

ELECTRODELESS DISCHARGE LAMP LIGHTING DEVICE

Patent number: JP2003332089
Publication date: 2003-11-21
Inventor: YAMAMOTO SHOHEI; KUMAGAI YUJI
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD
Classification:
- international: **H05B41/24; H05B41/24**; (IPC1-7): H05B41/24
- european:
Application number: JP20020140217 20020515
Priority number(s): JP20020140217 20020515

[View INPADOC patent family](#)

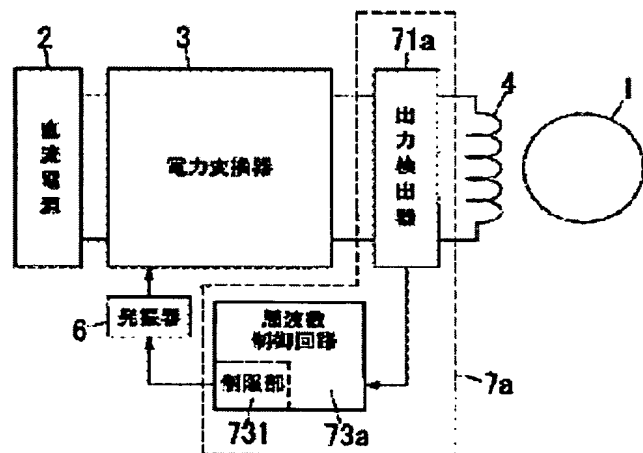
[Report a data error here](#)

Abstract of JP2003332089

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electrodeless discharge lamp lighting device, capable of operating an electrodeless discharge lamp having frequency characteristics with a proper output frequency in combination with an exciting coil.

SOLUTION: A control circuit 7a is provided for the electrodeless discharge lamp lighting device including the electrodeless discharge lamp 1, a DC power supply 2, a power converter 3 for converting a DC power from the DC power supply 2 into a high-frequency power according to a control signal, the exciting coil 4 for receiving the high-frequency power converted by the power converter 3 and having a high-frequency electromagnetic field act on the electrodeless discharge lamp 1, and an oscillator 6 for outputting an oscillation signal as the control signal. The control circuit 7a is composed of an output detector 71a for detecting an output of the power converter 3 and a frequency control circuit 73a for controlling frequencies of the oscillation signal of the oscillator 6 so that the detected output is set to a predetermined output. A limit part 731a for limiting the variable range of the frequencies controlled by the frequency control circuit 73a to a predetermined range is provided in the

- 1 無電極放電灯
- 2 直流電源
- 3 電力変換器
- 4 励起コイル
- 6 発振器
- 7a 制御回路7a
- 71a 出力検出器
- 73a 周波数制御回路
- 731a 制限部



THIS PAGE BLANK (USPTO)

frequency control circuit 73a.
COPYRIGHT: (C)2004,JPO

. . Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The electrodeless discharge LGT which comes to enclose discharge gas with the container of translucency, and the DC power supply which output direct current power, The power converter which changes the direct current power from said DC power supply into high-frequency power according to a control signal, The excitation coil which makes RF electromagnetic field act on said electrodeless discharge LGT in response to the high-frequency power changed by this power converter, The capacitive component connected to this excitation coil, a serial, or juxtaposition, and the oscillator which outputs an oscillation signal as said control signal, An output detection means to detect the output of said power converter, and a frequency control means to control the frequency of the oscillation signal of said oscillator so that the output detected by this output detection means turns into a predetermined setting output, The electrodeless discharge LGT lighting device characterized by having a limit means to restrict the change width of face of the frequency controlled by this frequency control means to predetermined within the limits.

[Claim 2] Said limit means is an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 1 characterized by restricting the change width of face of the frequency controlled by said frequency control means within the limits of $\pm 20\%$ of frequency focusing on the frequency corresponding to a predetermined output frequency.

[Claim 3] Restricting within the limits of a frequency which said limit means is before and after lighting of said electrodeless discharge LGT, and is different, and said limit means the detection result of the purport which said electrodeless discharge LGT turned on, or a time check -- the time check by the means -- operating after lighting of said electrodeless discharge LGT, and said limit means in response to a result the detection result of the purport which said electrodeless discharge LGT turned on, or a time check -- the time check by the means -- operating until it suspends actuation after lighting which received the result and receives the result, and said limit means Restricting only upper limited frequency to change of the frequency of said oscillation signal and said limit means are an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 1 or 2 characterized by being either of restricting only a lower cut off frequency to change of the frequency of said oscillation signal.

[Claim 4] That said frequency control means has a means to detect the frequency of

the output of the oscillation signal by said oscillator, or said power converter, or said frequency control means. It has a fixed oscillation means to oscillate on a fixed frequency, and a frequency comparison means to compare the frequency by this fixed oscillation means with the frequency of the oscillation signal by said oscillator. An electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1-3 characterized by controlling the frequency of the oscillation signal of said oscillator using the difference of these frequencies that are compared by this frequency comparison means and obtained.

[Claim 5] The frequency by said fixed oscillation means is an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 4 characterized by being equal to the frequency of the upper limit of predetermined within the limits restricted by said limit means, or a minimum.

[Claim 6] An electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1-5 characterized by having the output adjustable means which makes the output of said power converter in agreement with said setting output when the frequency of the upper limit of predetermined within the limits restricted by the frequency and said limit means of the oscillation signal by said oscillator or a minimum is equal and the output of said power converter differs from said setting output.

[Claim 7] For said output adjustable means, changing the direct current voltage outputted from said DC power supply or said output adjustable means is an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 6 characterized by changing the duty of the oscillation signal by said oscillator.

[Claim 8] The upper limit of predetermined within the limits restricted by said limit means is an electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1-7 characterized by being a frequency between 150-200kHz.

[Claim 9] the minimum of predetermined within the limits to which said power converter be restrict by said limit means including a switching element be an electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1-8 characterize by be set as a frequency which make an inphase phase relation between the electrical potential difference of the point nearest to the switching element, and a current on wiring which connect said switching element and said excitation coil.

[Claim 10] The electrodeless discharge LGT which comes to enclose discharge gas with the container of translucency, and the DC power supply which output direct current power, The power converter which changes the direct current power from said DC power supply into high-frequency power according to a control signal, The excitation coil which makes RF electromagnetic field act on said electrodeless

discharge LGT in response to the high-frequency power changed by this power converter, The capacitive component connected to this excitation coil, a serial, or juxtaposition, and the oscillator which outputs an oscillation signal as said control signal, An output detection means to detect the output of said power converter, and a frequency control means to control the frequency of the oscillation signal of said oscillator so that the output detected by this output detection means turns into a predetermined setting output, It has a limit means to restrict the change width of face of the frequency controlled by this frequency control means to predetermined within the limits. Said limit means While restricting the change width of face of the frequency controlled by said frequency control means within the limits of $\pm 20\%$ of frequency focusing on the frequency corresponding to a predetermined output frequency It restricts within the limits of a frequency which is before and after lighting of said electrodeless discharge LGT, and is different. Said frequency control means It has a fixed oscillation means to oscillate on a fixed frequency, and a frequency comparison means to compare the frequency by this fixed oscillation means with the frequency of the oscillation signal by said oscillator. Using the difference of these frequencies that are compared by this frequency comparison means and obtained, control the frequency of the oscillation signal of said oscillator and the frequency by said fixed oscillation means The electrodeless discharge LGT lighting device characterized by being equal to the frequency of the upper limit of predetermined within the limits restricted by said limit means, or a minimum.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention changes direct current power into high-frequency power with a power converter, supplies it to an excitation coil, and relates to the electrodeless discharge LGT lighting device which turns this on by making RF electromagnetic field act on an electrodeless discharge LGT from this excitation coil.

[0002]

[Description of the Prior Art] Various fields are expected to be developed broadly from having the big description that this kind of electrodeless discharge LGT lighting device is long lasting as a whole since an electrode does not exist in the interior of an electrodeless discharge LGT.

[0003] The block diagram of the conventional electrodeless discharge LGT lighting devices (for example, JP,6-76971,A etc.) is shown in drawing 25 .

[0004] Electrodeless discharge LGT 1 with which an electrodeless discharge LGT lighting device comes to enclose discharge gas with the container of translucency in drawing 25 , The alternating voltage from a source power supply AC For example, DC power supply 2 changed and outputted to the direct current voltage of 75V, The power converter 3 which changes the direct current power from DC power supply 2 into high-frequency power according to a control signal, The excitation coil 4 which makes RF electromagnetic field act on electrodeless discharge LGT 1 in response to the high-frequency power changed by this power converter 3, The matching circuit 5 which becomes by two capacitors (capacitive component) which are interposed between this excitation coil 4 and the output of a power converter 3, and are connected to a serial and juxtaposition to the excitation coil 4, It is constituted by the oscillator 6 which outputs an oscillation signal as the above-mentioned control signal, and the control circuit 7 which controls the oscillation frequency of the oscillation signal by this oscillator 6.

[0005] It is formed with a heat-resistant translucency container that quartz glass or the polycrystal alumina of electrodeless discharge LGT 1 is spherical, or tubed, and the luminescence medium is airtightly enclosed with the interior. For example, iodine sodium and cerium chloride are enclosed by this weight ratio as a luminescence medium, and the xenon of the partial pressure of about 500 torr(s) is enclosed as a buffer gas so that the light may be emitted.

[0006] The noise filter 30 which a power converter 3 is connected to the output of DC power supply 2, and consists of an inductor, a capacitor, etc., The switching elements Q1 and Q2 of the pair connected to a serial between the outputs of DC power supply 2 through this noise filter 30 (MOSFET), It is constituted by the transformers T1 and T2 which input the control signal from an oscillator 6 and are outputted by opposition, and the negative bias circuits 31 and 32 which carry out switching control of the switching elements Q1 and Q2 according to the control signal outputted from these transformers T1 and T2, respectively.

[0007] The excitation coil 4 carries out the 2-3 turn volume time of the right conductivity metals, such as aluminum, forms them in a coiled form, and it is arranged so that electrodeless discharge LGT 1 may be surrounded.

[0008] An oscillator 6 is an oscillator of the armature-voltage control form where an oscillation frequency changes continuously by 13.2-13.8MHz.

[0009] The input voltage detector 70 which detects the input voltage of the power

converter 3 according [a control circuit 7] to the above-mentioned control signal, The phase contrast detector 72 which detects the phase contrast of the output current detector 71 which detects the output current of a power converter 3, and the input voltage detected by the input voltage detector 70 and the output current detected by the output current detector 71, It is constituted by the frequency control circuit 73 which controls the frequency of the oscillation signal by the oscillator 6 by changing the electrical-potential-difference value supplied to an oscillator 6 according to the phase contrast detected by this phase contrast detector 72.

[0010] The input voltage detector 70 is constituted by transformer T3 by which a primary coil is connected to the primary coil of transformers T1 and T2 at a serial, and the resistance R70 connected to the secondary coil of this transformer T3 at a serial, and detects the both-ends electrical potential difference of this resistance R70 as input voltage of a power converter 3. The output current detector 71 becomes by the current transformer by which a primary coil is interposed in a serial at the node of switching elements Q1 and Q2, and takes out the output current of the detected power converter 3 from the secondary coil of this current transformer.

[0011] In the electrodeless discharge LGT lighting device of the above-mentioned configuration, if the switch which is not illustrated is closed and a power source is switched on, a 13.5MHz control signal will be outputted from an oscillator 6, transformers T1 and T2 will be passed, and it will become opposition mutually. This control signal that became opposition mutually is inputted into both the control terminal (gate) of switching elements Q1 and Q2 through the negative bias circuits 31 and 32, respectively. By this, switching elements Q1 and Q2 will begin switching operation, and it will be changed and outputted, for example to the high-frequency power of the actual-value electrical potential difference whose direct current power of the direct current voltage of 75V is about 300v outputted from DC power supply 2.

[0012] And while the output current of the high-frequency power is detected by the output current detector 71, the input voltage of the power converter 3 by the above-mentioned control signal is detected by the input voltage detector 70. Then, those phase contrast is detected by the phase contrast detector 72, and the square wave electrical potential difference of the ON width of face according to phase contrast is outputted from there. For example, at the time of the phase which was behind [the current] in the electrical potential difference, a square wave electrical potential difference with small ON width of face is outputted, and a square wave electrical potential difference with big ON width of face is outputted at it at the time of the phase which progressed conversely. If such a square wave electrical potential

difference inputs into the frequency control circuit 73, the electrical potential difference impressed to an oscillator 6 while lowering the electrical potential difference impressed to an oscillator 6, reducing an oscillation frequency to 13.2MHz and the phase is progressing, when the frequency control circuit 73 integrates with a square wave electrical potential difference and is behind in the phase will be raised, and it controls to raise an oscillation frequency to 13.8MHz.

[0013] Thus, the high-frequency power outputted from a power converter 3 is supplied to the excitation coil 4, and alternating field occur from there. Thereby, closed electric field occur inside electrodeless discharge LGT 1, the current which flows through the enclosed luminescence medium flows, and the arc discharge of the anchor ring in alignment with the inner configuration of the excitation coil 4 occurs.

[0014] As a result of according to such a conventional electrodeless discharge LGT lighting device the oscillation frequency of an oscillator 6 changing so that the phase contrast of the electrical potential difference of high-frequency power and a current may be reduced, generating of the reactive current can be reduced and it can prevent that the component of an electrodeless discharge LGT lighting device is destroyed.

[0015] In addition, although the electrical potential difference inputted into the phase contrast detector 72 is the input signal of the power converter 3 by the control signal in the above-mentioned conventional electrodeless discharge LGT lighting device, the signal which pressured partially and obtained the electrical potential difference of the node of switching elements Q1 and Q2 may be inputted (JP,6-76971,A etc.).

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional electrodeless discharge LGT lighting device of drawing 25 , the input voltage and the output current over a power converter are detected without detecting the output voltage of a power converter, and in order to control the frequency of an oscillation signal to reduce such phase contrast, even if a difference arises to the power outputted by change of the condition of a load from a power converter, the difference cannot be amended. If the difference cannot be amended, there is a possibility that the high-frequency power outputted may become excessive and a circuit element may break, and also there is a possibility that high-frequency power may become [too little] and an electrodeless discharge LGT may serve as un-switching on the light thru/or going out.

[0017] Moreover, it is inadequate in that the output power which changes with the conditions of a load from the node of the switching element of a power converter also by the method of detecting the output voltage, like JP,6-76971,A is detected, and the same technical problem as the above occurs.

[0018] By the way, as an approach of getting to know the output to a load directly, how to detect the electrical potential difference or current over an excitation coil, and feed back to a control circuit can be considered, it is feeding back the electrical potential difference of an excitation coil, a current, power, etc. so that it may become a certain predetermined value, and the frequency of an oscillation signal will be controlled by this approach.

[0019] However, in an electrodeless discharge LGT lighting device, an electrodeless discharge LGT and an excitation coil have the relation of transformer coupling, and an electrodeless discharge LGT lights up by the electromagnetic field generated with the excitation coil. The electromagnetic field generated with an excitation coil have the reinforcement which is different when output (actuation) frequencies differed, even if it was the same electrical potential difference and current. For this reason, in the combination of an electrodeless discharge LGT and an excitation coil, various kinds of properties will have frequency dependent. This property is greatly different from it of a electric-discharge lamp with a common electrode. For example, in the starting characteristic of a electric-discharge lamp with an electrode, most starting characteristics are not decided by the electrical-potential-difference value impressed to the preheating time of an electrode, and inter-electrode [subsequent], and the property does not necessarily change greatly with output frequencies.

[0020] On the other hand, the property of an electrodeless discharge LGT is decided by the electromagnetic field which the excitation coil combined with the electrodeless discharge LGT generates. The electromagnetic field which an excitation coil generates come to change greatly with output frequencies, although the electrical potential difference and the current are natural. For this reason, in an electrodeless discharge LGT lighting device, since the reinforcement of the electromagnetic field made to impress differs even if it performs control which keeps the same the level of the detected electrical potential difference and current, the condition of an electrodeless discharge LGT will change greatly with output frequencies.

[0021] For example, although it depends for the starting characteristic of an electrodeless discharge LGT on an output frequency, in order to control an electrical potential difference, a current, etc., when an output frequency is changed, it may go into the frequency domain where a property gets worse for an electrodeless discharge LGT. Generally, if an electrodeless discharge LGT is turned on with a low output frequency, the current which flows in an excitation coil will increase and loss (copper loss) with a coil will increase. When the magnetic substance is used for an excitation coil, the flux density in the magnetic substance rises and iron loss increases. By these

things, when an electrodeless discharge LGT is turned on with a low output frequency, the power efficiency (excitation coil effectiveness) of the electromagnetic field to the power supplied to an excitation coil declines, or loss increases, and heat dissipation becomes difficult. On the other hand, if an electrodeless discharge LGT is turned on with a high output frequency, a cure by the noise generated by the electrodeless discharge LGT lighting device will become difficult.

[0022] This invention is made in view of the above-mentioned situation, and aims at offering the electrodeless discharge LGT lighting device which can operate an electrodeless discharge LGT with frequency characteristics with a suitable output frequency combining an excitation coil.

[0023]

[Means for Solving the Problem] The electrodeless discharge LGT lighting device of invention according to claim 1 for solving the above-mentioned technical problem The electrodeless discharge LGT which comes to enclose discharge gas with the container of translucency, and the DC power supply which output direct current power, The power converter which changes the direct current power from said DC power supply into high-frequency power according to a control signal, The excitation coil which makes RF electromagnetic field act on said electrodeless discharge LGT in response to the high-frequency power changed by this power converter, The capacitive component connected to this excitation coil, a serial, or juxtaposition, and the oscillator which outputs an oscillation signal as said control signal, An output detection means to detect the output of said power converter, and a frequency control means to control the frequency of the oscillation signal of said oscillator so that the output detected by this output detection means turns into a predetermined setting output, It is characterized by having a limit means to restrict the change width of face of the frequency controlled by this frequency control means to predetermined within the limits.

[0024] Invention according to claim 2 is characterized by said limit means restricting the change width of face of the frequency controlled by said frequency control means within the limits of $\pm 20\%$ of frequency focusing on the frequency corresponding to a predetermined output frequency in an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 1.

[0025] Invention according to claim 3 is set to an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 1 or 2. Said limit means Restricting within the limits of a frequency which is before and after lighting of said electrodeless discharge LGT, and is different, and said limit means the detection result of the purport which said

electrodeless discharge LGT turned on, or a time check -- the time check by the means -- operating after lighting of said electrodeless discharge LGT, and said limit means in response to a result the detection result of the purport which said electrodeless discharge LGT turned on, or a time check -- the time check by the means -- operating until it suspends actuation after lighting which received the result and receives the result, and said limit means Restricting only upper limited frequency to change of the frequency of said oscillation signal and said limit means are characterized by being either of restricting only a lower cut off frequency to change of the frequency of said oscillation signal.

[0026] Invention according to claim 4 is set to an electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1-3. Said frequency control means Having a means to detect the frequency of the output of the oscillation signal by said oscillator, or said power converter, or said frequency control means It has a fixed oscillation means to oscillate on a fixed frequency, and a frequency comparison means to compare the frequency by this fixed oscillation means with the frequency of the oscillation signal by said oscillator. It is characterized by controlling the frequency of the oscillation signal of said oscillator using the difference of these frequencies that are compared by this frequency comparison means and obtained.

[0027] It is characterized by invention according to claim 5 of the frequency according [on an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 4 and] to said fixed oscillation means being equal to the frequency of the upper limit of predetermined within the limits restricted by said limit means, or a minimum.

[0028] Invention according to claim 6 has the equal frequency of the upper limit of predetermined within the limits restricted in an electrodeless-discharge LGT lighting device given in either of claims 1-5 by the frequency and said limit means of the oscillation signal by said oscillator, or a minimum, and when the output of said power converter differs from said setting output, it is characterized by to have the output adjustable means which makes the output of said power converter in agreement with said setting output.

[0029] Invention according to claim 7 is characterized by changing changing said output adjustable means in the direct current voltage outputted from said DC power supply, or said output adjustable means in the duty of the oscillation signal by said oscillator in an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 6.

[0030] It is characterized by the upper limit of predetermined within the limits to which invention according to claim 8 is restricted by said limit means in an electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1-7 being a

frequency between 150–200kHz.

[0031] the minimum of predetermined within the limits to which said power converter be restrict for invention according to claim 9 by said limit means including a switching element in an electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1–8 be characterize by be set as a frequency which make an inphase phase relation between the electrical potential difference of the point nearest to the switching element , and a current on wiring which connect said switching element and said excitation coil .

[0032] The electrodeless discharge LGT lighting device of invention according to claim 10 The electrodeless discharge LGT which comes to enclose discharge gas with the container of translucency, and the DC power supply which output direct current power, The power converter which changes the direct current power from said DC power supply into high–frequency power according to a control signal, The excitation coil which makes RF electromagnetic field act on said electrodeless discharge LGT in response to the high–frequency power changed by this power converter, The capacitive component connected to this excitation coil, a serial, or juxtaposition, and the oscillator which outputs an oscillation signal as said control signal, An output detection means to detect the output of said power converter, and a frequency control means to control the frequency of the oscillation signal of said oscillator so that the output detected by this output detection means turns into a predetermined setting output, It has a limit means to restrict the change width of face of the frequency controlled by this frequency control means to predetermined within the limits. Said limit means While restricting the change width of face of the frequency controlled by said frequency control means within the limits of **20% of frequency focusing on the frequency corresponding to a predetermined output frequency It restricts within the limits of a frequency which is before and after lighting of said electrodeless discharge LGT, and is different. Said frequency control means It has a fixed oscillation means to oscillate on a fixed frequency, and a frequency comparison means to compare the frequency by this fixed oscillation means with the frequency of the oscillation signal by said oscillator. Using the difference of these frequencies that are compared by this frequency comparison means and obtained, the frequency of the oscillation signal of said oscillator is controlled and the frequency by said fixed oscillation means is characterized by being equal to the frequency of the upper limit of predetermined within the limits restricted by said limit means, or a minimum.

[0033]

[Embodiment of the Invention] (The 1st operation gestalt) Drawing 1 is the block

diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 1st operation gestalt concerning this invention, and it explains the 1st operation gestalt, referring to this drawing.

[0034] Electrodeless discharge LGT 1 which encloses discharge gas with the container of translucency and becomes it as the electrodeless discharge LGT lighting device of the 1st operation gestalt is shown in drawing 1 , DC power supply 2 which output direct current power, and the power converter 3 which changes the direct current power from DC power supply 2 into high-frequency power according to a control signal, The excitation coil 4 which makes RF electromagnetic field act on electrodeless discharge LGT 1 in response to the high-frequency power which was wound near electrodeless discharge LGT 1 and changed by the power converter 3, It has like the conventional electrodeless discharge LGT lighting device which explained the oscillator 6 which outputs the oscillation signal of a variable frequency (oscillation frequency) as the above-mentioned control signal by drawing 25 , and control circuit 7a from which this conventional electrodeless discharge LGT lighting device is different is incorporated, and it is constituted.

[0035] However, illustration of the capacitive component connected to the capacitive component or juxtaposition connected to a serial to the excitation coil 4 in drawing 1 is omitted, and it is the same with other following operation gestalten. Although the matching circuit 5 of drawing 25 is constituted by the capacitor, it may consist of only inductors. With the 1st operation gestalt and other operation gestalten, the capacitive component which the above does not illustrate to the excitation coil 4 is connected to a serial thru/or juxtaposition.

[0036] Output detector 71a to which control circuit 7a detects the output of a power converter 3, It is constituted by frequency control (it is made to change at time of need) circuit 73a which controls the frequency of the oscillation signal of an oscillator 6 so that the output detected by this output detector 71a turns into a predetermined setting output. By output detector 71a Detect the output (the electrical potential difference or current over the excitation coil 4) of a power converter 3, and this is fed back to frequency-control circuit 73a. When frequency control circuit 73a controls the frequency of the oscillation signal of an oscillator 6 so that this fed-back output turns into a predetermined setting output, the electrical potential difference of the excitation coil 4, a current, power, etc. are made to become a certain value corresponding to the above-mentioned predetermined setting output.

[0037] And with the 1st operation gestalt, the limit section 731 which restricts the change width of face of the frequency controlled by frequency control circuit 73a to

predetermined within the limits is formed in the frequency control circuit 73a in order to hold down the output frequency to electrodeless discharge LGT 1 and the excitation coil 4 to predetermined frequency-drift width of face.

[0038] In the electrodeless discharge LGT lighting device of the above-mentioned configuration, the output (an electrical potential difference or current) of a power converter 3 is detected by working and output detector 71a, and it is fed back to frequency-control circuit 73a. Then, the frequency of the oscillation signal of an oscillator 6 is controlled by frequency-control circuit 73a so that the output fed back from output detector 71a turns into a predetermined setting output. At this time, frequency control is carried out so that the change width of face of the frequency of an oscillation signal may fall within a predetermined range.

[0039] Thus, an electrodeless discharge LGT with frequency characteristics can be operated with a suitable output frequency combining an excitation coil by restricting the change width of face of the frequency of an oscillation signal to predetermined within the limits. If it puts in another way, effectiveness can fall or it can prevent operating on an oscillation frequency to which the cure against a noise becomes difficult.

[0040] (The 2nd operation gestalt) The block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 2nd operation gestalt which drawing 2 requires for this invention, and drawing 3 are drawings showing the change width of face of the frequency restricted by the limit section of drawing 2 , and they explain the 2nd operation gestalt, referring to these drawings.

[0041] As shown in drawing 2 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 2nd operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt, and control circuit 7b from which the 1st operation gestalt is different is incorporated, and it is constituted.

[0042] As difference with control circuit 7a of the 1st operation gestalt, control circuit 7b is replaced with the limit section 731, and as shown in drawing 3 , it contains limit section 731a which restricts the change width of face of the frequency of the oscillation signal controlled by frequency control circuit 73a within the limits of $\pm 20\%$ of frequency focusing on the frequency f corresponding to a predetermined output frequency. In addition, the range of a frequency where the range of the line which has an arrow head in drawing 3 in both ends is restricted by limit section 731a is shown.

[0043] Thus, although it will feel it uneasy that the range of fluctuation of the output of a power converter 3 itself contracts if the change width of face of the frequency of

an oscillation signal is restricted, this point is solvable by using resonance. Hereafter, it explains concretely.

[0044] Since there is no resisted part by the plasma before lighting of electrodeless discharge LGT 1 when its attention is paid to the combination of electrodeless discharge LGT 1 and the excitation coil 4, the Q value of the excitation coil 4 is large, even if the range of fluctuation of an output frequency is narrow, the range of fluctuation of an impedance is large, and the output of a power converter 3 is changed sharply. That is, reducing the range of fluctuation of an output frequency is permitted.

[0045] On the other hand, like lighting before, although after lighting of electrodeless discharge LGT 1 has ***** by the plasma, in order for the amount of [of the excitation coil 4] inductance to remain (it cannot be mostly regarded as resistance like a common electric-discharge lamp), even if the range of fluctuation of an output frequency is narrow, the range of fluctuation of an impedance is large and the output of a power converter 3 is changed sharply.

[0046] In addition to these, a capacitive component is connected to a serial or juxtaposition to the excitation coil 4 also with the 2nd operation gestalt, but if the range of fluctuation of an output frequency is set as a near frequency range to the resonance which includes that capacitive component in this case, since the range of fluctuation of those synthetic impedances can be extended, the range of fluctuation of the output of a power converter 3 is further expandable.

[0047] When according to research it restricted within the limits of **20% of frequency focusing on a frequency f so that the above-mentioned conditions may be satisfied, it turned out that the range of fluctuation with a large output is maintainable. Moreover, it was able to check fluctuation of the circuit efficiency of a power converter 3, and fitting in the range which, in addition to this, does not have effect of the frequency characteristics of a circuit element. That is, in fluctuation of the range of fluctuation of the output of a power converter 3, and the circuit efficiency of a power converter 3, and the frequency characteristics of a circuit element, it can be compatible now in each condition.

[0048] (The 3rd operation gestalt) The block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 3rd operation gestalt which drawing 4 requires for this invention, and drawing 5 are drawings showing the change width of face of the frequency restricted by the limit section of drawing 4 , and they explain the 3rd operation gestalt, referring to these drawings.

[0049] As shown in drawing 4 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 3rd operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power

supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and control circuit 7c which is different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0050] Control circuit 7c contains limit section 731b restricted within the limits of a frequency which is before and after lighting of electrodeless discharge LGT 1, and is different while restricting the change width of face of the frequency of the oscillation signal controlled by frequency control circuit 73a to predetermined within the limits as difference with the 1st operation gestalt.

[0051] In the example of drawing 4 and drawing 5, the range of the frequency at the time of starting before lighting is $f1$ second- $f2s$, and the electrical-potential-difference reference values in limit section 731b which shows the boundary value are $E1s$ and $E2s$, respectively. The range of the frequency at the time of lighting is $f1$ t- $f2t$ within $f1$ second- $f2s$, and the electrical-potential-difference reference values in limit section 731b which shows the boundary value are $E1t$ and $E2t$, respectively.

[0052] Thus, even when the impedance of the excitation coil 4 is changed before and after lighting of electrodeless discharge LGT 1 and the frequency characteristics of a power converter 3 come to differ by restricting within the limits of a frequency which is before and after lighting of electrodeless discharge LGT 1, and is different, a power converter 3 can be operated on a suitable frequency.

[0053] (The 4th operation gestalt) Drawing 6 is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 4th operation gestalt concerning this invention. The 4th operation gestalt is explained referring to this drawing.

[0054] As shown in drawing 6, the electrodeless discharge LGT lighting device of the 4th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and 7d of control circuits which are different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0055] a time check according to a timer 732 and this timer 732 as difference with the 1st operation gestalt in 7d of control circuits -- in response to a result, it operates after lighting of electrodeless discharge LGT 1, and limit section 731c which restricts the change width of face of the frequency of the oscillation signal controlled by frequency control circuit 73a to predetermined within the limits is included in frequency control circuit 73a. drawing 6 -- the time check of a timer 732 -- when a

switch is turned on in response to a result, limit section 731c operates.

[0056] And when limit section 731c operates after lighting of electrodeless discharge LGT 1, If the change width of face of the frequency of an oscillation signal is restricted within limits which become the low output frequency to which the effectiveness of the excitation coil 4 falls While the factor which makes heat dissipation of an excitation coil difficult is lost also under the situation that temperature rises by the continuous action after lighting of electrodeless discharge LGT 1, decline in the effectiveness of the power converter 3 by fluctuation of an output frequency can be prevented.

[0057] In addition, it replaces with a timer, the lighting detecting element which detects lighting of an electrodeless discharge LGT is prepared, and you may make it the limit section operate after lighting of an electrodeless discharge LGT in response to the detection result of the purport which the electrodeless discharge LGT turned on by this lighting detecting element.

[0058] (The 5th operation gestalt) Drawing 7 is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 5th operation gestalt concerning this invention, and it explains the 5th operation gestalt, referring to this drawing.

[0059] As shown in drawing 7 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 5th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and control circuit 7e which is different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0060] Control circuit 7e contains 731d of limit sections which operate until it suspends actuation after lighting which received the detection result of the purport which electrodeless discharge LGT 1 turned on and receives that result as difference with the 1st operation gestalt by the lighting detecting element 733 which detects lighting of electrodeless discharge LGT 1, and this lighting detecting element 733 in frequency control circuit 73a. In drawing 7 , when a switch is turned on in response to the detection result of the turned-on purport, 731d of limit sections suspends actuation.

[0061] And if it is make restrict to the change width of face of the frequency especially adjusted at the time of starting before lighting which the stress of the current and the electrical potential difference to which the effectiveness of a power converter 3 falls and 731d of limit sections flows to the switching element in a power converter 3 compared with the time of lighting of electrodeless discharge LGT 1

increases, it can prevent a power converter 3 operate in the field in which the stress of the current and the electrical potential difference of a switching element gets worse.

[0062] (The 6th operation gestalt) The block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 6th operation gestalt which drawing 8 requires for this invention, and drawing 9 are drawings showing the change width of face of the frequency restricted by the limit section of drawing 8 , and they explain the 6th operation gestalt, referring to these drawings.

[0063] As shown in drawing 8 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 6th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and 7f of control circuits which are different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0064] When restricting the change width of face of the frequency of the oscillation signal controlled by frequency control circuit 73a to predetermined within the limits as difference with the 1st operation gestalt, 7f of control circuits contains limit section 731e which restricts only upper limited frequency to change of the frequency of an oscillation signal in frequency control circuit 73a, as shown in drawing 9 R> 9.

[0065] Thus, the configuration of a control circuit can be simplified by restricting only upper limited frequency to change of the frequency of an oscillation signal, maintaining depressor effect to the difficult noise of a cure, if an output frequency becomes high.

[0066] (The 7th operation gestalt) The block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 7th operation gestalt which drawing 10 requires for this invention, and drawing 11 are drawings showing the change width of face of the frequency restricted by the limit section of drawing 10 , and they explain the 7th operation gestalt, referring to these drawings.

[0067] As shown in drawing 10 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 6th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and 7g of control circuits which are different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0068] When restricting the change width of face of the frequency of the oscillation signal controlled by frequency control circuit 73a to predetermined within the limits as difference with the 1st operation gestalt, 7g of control circuits contains 731f of limit

sections which restrict only a lower cut off frequency to change of the frequency of an oscillation signal in frequency control circuit 73a, as shown in drawing 1111 .

[0069] Thus, the configuration of a control circuit can be simplified by restricting only a lower cut off frequency to change of the frequency of an oscillation signal, keeping the effectiveness of the excitation coil 4 high.

[0070] (The 8th operation gestalt) Drawing 12 is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 8th operation gestalt concerning this invention, and it explains the 8th operation gestalt, referring to this drawing.

[0071] As shown in drawing 12 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 8th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and 7h of control circuits which are different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0072] 7h of control circuits includes further a means to detect the oscillation signal by the oscillator 6 as difference with the 1st operation gestalt, in frequency control circuit 73a. Thus, the frequency of the oscillation signal outputted from frequency control section 73a can be correctly stored in predetermined within the limits by detecting the oscillation signal by the oscillator 6.

[0073] (The 9th operation gestalt) Drawing 13 is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 9th operation gestalt concerning this invention, and it explains the 9th operation gestalt, referring to this drawing.

[0074] As shown in drawing 13 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 9th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and control circuit 7i which is different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0075] Control circuit 7i contains the frequency comparator 735 which compares with the frequency by this fixed oscillation section 734 and the frequency of the oscillation signal by the oscillator 6 the fixed oscillation section 734 oscillated on a fixed frequency as difference with the 1st operation gestalt, and 731h of limit sections in frequency control circuit 73a. And frequency control circuit 73a controls the frequency of the oscillation signal of an oscillator 6 using the difference which is compared by the frequency comparator 735 and acquired.

[0076] In such a configuration, if the frequency of an oscillation signal is controlled by

731h of limit sections on the basis of the frequency of the fixed oscillation section 734, the change width of face of the frequency of an oscillation signal can be correctly stored in predetermined within the limits.

[0077] (The 10th operation gestalt) The block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 10th operation gestalt which drawing 14 requires for this invention, and drawing 15 R> 5 are the explanatory views of the frequency of the fixed oscillation section of drawing 14 , and they explain the 10th operation gestalt, referring to these drawings.

[0078] As shown in drawing 14 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 10th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 9th operation gestalt, and control circuit 7j which is different from the 9th operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0079] As difference with the 9th operation gestalt, as shown in drawing 15 , control circuit 7j is set up so that the frequency (f3) by the fixed oscillation section 734 may become equal to the frequency (f4) of the upper limit in the change width of face restricted by 731h of limit sections.

[0080] Thus, by making the frequency by the fixed oscillation section 734 equal to the frequency of the upper limit in the change width of face restricted by 731h of limit sections, only by performing a judgment lower [the output frequency to the excitation coil 4] than limit frequency, or high, a frequency can be stopped in limit width of face, and a control circuit can be simplified.

[0081] (The 11th operation gestalt) The block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 11th operation gestalt which drawing 16 requires for this invention, and drawing 17 R> 7 are the explanatory views of the output variant part of drawing 16 of operation, and they explain the 11th operation gestalt, referring to these drawings.

[0082] As shown in drawing 16 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 11th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and control circuit 7k which is different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0083] Control circuit 7k have the equal frequency of the upper limit in the change width of face restrict by the frequency of an oscillation signal and limit section 731a by the oscillator 6, or a minimum as difference with the 1st operation gestalt, and

when the output of a power converter 3 differ from a setting output, it contain further the output variant part 736 which make the output of a power converter 3 in agreement with a setting output (drawing "set point") in frequency control circuit 73a. In addition, the output variant part 736 makes the output of a power converter 3 in agreement with a setting output by the approach (refer to the below-mentioned operation gestalt) except changing the frequency of the output signal of an oscillator 6. [0084] By this, when an output cannot be set as a desired value by the limit of a frequency to an oscillation signal, an output can be further changed by the output variant part 736, and adjustment width of face of an output can be made large.

[0085] (The 12th operation gestalt) Drawing 18 is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 12th operation gestalt concerning this invention, and it explains the 12th operation gestalt, referring to this drawing.

[0086] As shown in drawing 18 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 12th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 11th operation gestalt, and 7m of control circuits which are different from the 11th operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0087] 7m of control circuits contains output variant part 736a which makes the output of a power converter 3 in agreement with a setting output by what (it is made to change) is changed as difference with the 11th operation gestalt in the direct current voltage outputted from DC power supply 2.

[0088] Thus, when changing the direct current voltage outputted from DC power supply 2, fluctuation of the effectiveness of a power converter 3 serves as a safe large active region few.

[0089] (The 13th operation gestalt) Drawing 19 is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 13th operation gestalt concerning this invention, and it explains the 13th operation gestalt, referring to this drawing.

[0090] As shown in drawing 19 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 13th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 11th operation gestalt, and 7n of control circuits which are different from the 11th operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0091] 7n of control circuits contains output variant part 736b which makes the output of a power converter 3 in agreement with a setting output by what (it is made to change) is changed in the duty of the oscillation signal by the oscillator 6 as difference with the 11th operation gestalt.

[0092] Thus, when changing the duty of the oscillation signal by the oscillator 6, the output of frequency-control circuit 73a containing control-section 731a and output variant part 736b receives the oscillator 6, and serves as a chisel, and the broad output adjustable range can be set up with a simple configuration by changing duty including change of a frequency. That is, since what is necessary is just to perform frequency control and duty control to an oscillation signal, the broad output adjustable range can be set up with a simple configuration.

[0093] (The 14th operation gestalt) While the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 14th operation gestalt which drawing 20 requires for this invention, and drawing 21 R> 1 are the explanatory views of the frequency restricted by the limit section of drawing 20 and refer to these drawings, the 14th operation gestalt is explained.

[0094] As shown in drawing 20, the electrodeless discharge LGT lighting device of the 14th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and control circuit 7o which is different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0095] Control circuit 7o contains limit section 731i which restricts the upper limit in the change width of face of the frequency to an oscillation signal to the value between 150-200kHz as difference with the 1st operation gestalt (refer to drawing 21).

[0096] Generally, the effectiveness of a power converter will fall, if a frequency becomes high. The clock frequency of the inverter with an electrode for electric-discharge lamps etc. is 20kHz - about 100kHz. In an electrodeless discharge LGT lighting device, a fall of a frequency increases the copper loss in an excitation coil. The flux density in the magnetic substance in an excitation coil will also rise, if a frequency falls, and it causes increase of iron loss.

[0097] According to research, when clock frequency was 100kHz - 200kHz, it became clear that the calorific value of an excitation coil could use the component of a lighting application also with the general circuit element which is settled in tolerance and used for a power converter.

[0098] Like the 14th operation gestalt, by restricting the upper limit in the change width of face of the frequency to an oscillation signal to the value between 150-200kHz, the calorific value of an excitation coil is settled in tolerance, the component of a lighting application also with the general circuit element used for a power converter can be used, and an electrodeless discharge LGT lighting device can

be manufactured cheaply.

[0099] (The 15th operation gestalt) While the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 15th operation gestalt which drawing 22 requires for this invention, and drawing 23 R> 3 are the explanatory views of the frequency restricted by the limit section of drawing 22 and refer to these drawings, the 15th operation gestalt is explained.

[0100] As shown in drawing 22 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 15th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and control circuit 7p which is different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted. However, a power converter 3 shall contain the switching elements Q1 and Q2 of a pair like the conventional configuration of drawing 2525 .

[0101] control circuit 7 p contain the limit section 731 j j be set as the frequency [like] which make an inphase the electrical potential difference of the point A nearest to the output of a switching element, and the relation of a current on wiring to which the minimum in the change width of face of the frequency of the oscillation output which should be restrict connect the output and the excitation coil 4 of switching elements Q1 and Q2 (set phase contrast phi to 0 if it put in another way) as difference with the 1st operation gestalt.

[0102] Thus, the improvement in reservation of prevention of actuation in the phase leading condition of a power converter 3, safety, and endurance, horsepower output actuation in the inphase condition by the power converter 3, and the startability of electrodeless discharge LGT 1 and increase of an optical output are attained by setting up the minimum in the change width of face of the frequency of an oscillation output.

[0103] (The 16th operation gestalt) Drawing 24 is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 16th operation gestalt concerning this invention, and it explains the 16th operation gestalt, referring to this drawing.

[0104] As shown in drawing 24 , the electrodeless discharge LGT lighting device of the 16th operation gestalt is equipped with electrodeless discharge LGT 1, DC power supply 2, a power converter 3, the excitation coil 4, and an oscillator 6 like the 1st operation gestalt among each above-mentioned operation gestalt, and control circuit 7q which is different from the 1st operation gestalt is incorporated, and it is constituted.

[0105] Control circuit 7q contains limit section 731k replaced with limit section 731a

while containing further the frequency comparator 735 which compares with the frequency by this fixed oscillation section 734 and the frequency of the oscillation signal by the oscillator 6 the fixed oscillation section 734 oscillated on a fixed frequency as difference with the 1st operation gestalt.

[0106] This limit section 731k the change width of face of the frequency of the oscillation signal controlled by frequency control circuit 73a like the 2nd operation gestalt It restricts within the limits of $\pm 20\%$ of frequency focusing on the frequency corresponding to a predetermined output frequency, and the change width of face of the frequency of the oscillation signal controlled by frequency control circuit 73a is restricted within the limits of a frequency which is before and after lighting of electrodeless discharge LGT 1, and is different like the 3rd operation gestalt. Moreover, frequency control circuit 73a controls the frequency of the oscillation signal of an oscillator 6 using the difference which is compared by the frequency comparator 735 and acquired. And the frequency by the fixed oscillation section 734 is set up so that it may become equal to the frequency of the upper limit in the change width of face restricted by limit section 731k, or a minimum.

[0107] Thus, by constituting, it can be compatible now in each condition in fluctuation of the range of fluctuation of the output of a power converter 3, and the circuit efficiency of a power converter 3, and the frequency characteristics of a circuit element. Even when the impedance of the excitation coil 4 is changed before and after lighting of electrodeless discharge LGT 1 and the frequency characteristics of a power converter 3 come to differ, a power converter 3 can be operated on a suitable frequency. Only by performing a judgment lower [the output frequency to the excitation coil 4] than limit frequency, or high, a frequency can be stopped in limit width of face, and a control circuit can be simplified.

[0108]

[Effect of the Invention] So that clearly from the above thing invention according to claim 1 The electrodeless discharge LGT which comes to enclose discharge gas with the container of translucency, and the DC power supply which output direct current power, The power converter which changes the direct current power from said DC power supply into high-frequency power according to a control signal, The excitation coil which makes RF electromagnetic field act on said electrodeless discharge LGT in response to the high-frequency power changed by this power converter, The capacitive component connected to this excitation coil, a serial, or juxtaposition, and the oscillator which outputs an oscillation signal as said control signal, An output detection means to detect the output of said power converter, and a frequency

control means to control the frequency of the oscillation signal of said oscillator so that the output detected by this output detection means turns into a predetermined setting output, Since it has a limit means to restrict the change width of face of the frequency controlled by this frequency control means to predetermined within the limits By restricting the change width of face of the frequency of an oscillation signal to predetermined within the limits, an electrodeless discharge LGT with frequency characteristics can be operated with a suitable output frequency combining an excitation coil.

[0109] It enables invention according to claim 2 to maintain the range of fluctuation with a large output, since said limit means restricts the change width of face of the frequency controlled by said frequency control means within the limits of $\pm 20\%$ of frequency focusing on the frequency corresponding to a predetermined output frequency in an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 1.

[0110] Invention according to claim 3 is set to an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 1 or 2. Said limit means Restricting within the limits of a frequency which is before and after lighting of said electrodeless discharge LGT, and is different, and said limit means the detection result of the purport which said electrodeless discharge LGT turned on, or a time check -- the time check by the means -- operating after lighting of said electrodeless discharge LGT, and said limit means in response to a result the detection result of the purport which said electrodeless discharge LGT turned on, or a time check -- the time check by the means -- operating until it suspends actuation after lighting which received the result and receives the result, and said limit means Restricting only upper limited frequency to change of the frequency of said oscillation signal, and said limit means Since it is either of restricting only a lower cut off frequency to change of the frequency of said oscillation signal Even when the impedance of an excitation coil is changed before and after lighting of an electrodeless discharge LGT and the frequency characteristics of a power converter come to differ by restricting within the limits of a frequency which is before and after lighting of an electrodeless discharge LGT, and is different, a power converter can be operated on a suitable frequency. If the change width of face of the frequency of for example, an oscillation signal restricts within limits which become the low output frequency to which the effectiveness of an excitation coil falls when a limit means operates after lighting of an electrodeless-discharge LGT, while the factor which makes heat dissipation of an excitation coil difficult will be lost also under the situation that temperature rises by the continuous action after lighting of an electrodeless-discharge LGT, decline in the effectiveness of the power converter by

fluctuation of an output frequency can prevent. By suspending actuation and operating till then, after a limit means' lighting up For example, compared with the time of lighting of an electrodeless discharge LGT, the effectiveness of a power converter falls and it sets at the time of starting before lighting which the stress of a current and an electrical potential difference which flows to the switching element in a power converter increases. If it is made to restrict to the change width of face of the frequency adjusted especially, it can prevent a power converter operating in the field in which the stress of the current and electrical potential difference of a switching element gets worse. When a limit means restricts only upper limited frequency to change of the frequency of an oscillation signal, the configuration of a frequency control means etc. can be simplified maintaining depressor effect to the difficult noise of a cure, if an output frequency becomes high. When a limit means restricts only a lower cut off frequency to change of the frequency of an oscillation signal, the configuration of a frequency control means etc. can be simplified keeping the effectiveness of an excitation coil high.

[0111] Invention according to claim 4 is set to an electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1-3. Said frequency control means Having a means to detect the frequency of the output of the oscillation signal by said oscillator, or said power converter, or said frequency control means It has a fixed oscillation means to oscillate on a fixed frequency, and a frequency comparison means to compare the frequency by this fixed oscillation means with the frequency of the oscillation signal by said oscillator. Since it is characterized by controlling the frequency of the oscillation signal of said oscillator using the difference of these frequencies that are compared by this frequency comparison means and obtained, the frequency controlled by the frequency control means can be correctly stored in predetermined within the limits.

[0112] In an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 4, since the frequency by said fixed oscillation means is equal to the frequency of the upper limit of predetermined within the limits restricted by said limit means, or a minimum, invention according to claim 5 only performs a judgment lower [an output frequency / as opposed to an excitation coil for example,] than limit frequency, or high, a frequency can be stopped in limit width of face, and a frequency comparison means etc. can be simplified.

[0113] Invention according to claim 6 is set to an electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1-5. The frequency of the upper limit of predetermined within the limits restricted by the frequency and said limit means of the oscillation

signal by said oscillator or a minimum is equal. Since it has the output adjustable means which makes the output of said power converter in agreement with said setting output when the output of said power converter differs from said setting output When an output cannot be set as a desired value by the limit of a frequency to an oscillation signal, an output can be changed further, and adjustment width of face of an output can be made large.

[0114] Since invention according to claim 7 is characterized by changing changing said output adjustable means in an electrodeless discharge LGT lighting device according to claim 6 in the direct current voltage outputted from said DC power supply, or said output adjustable means in the duty of the oscillation signal by said oscillator, fluctuation of the effectiveness of a power converter serves as a safe large active region few by changing direct current voltage. Since what is necessary is just to perform frequency control and duty control to an oscillation signal by changing the duty of an oscillation signal, the broad output adjustable range can be set up with a simple configuration.

[0115] Since the upper limit of predetermined within the limits to which invention according to claim 8 is restricted by said limit means in an electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1–7 is a frequency between 150–200kHz, the calorific value of an excitation coil is settled in tolerance, the component of a lighting application also with the general circuit element used for a power converter can be used, and an electrodeless discharge LGT lighting device can be manufactured cheaply.

[0116] Invention according to claim 9 is set to an electrodeless discharge LGT lighting device given in either of claims 1–8. The minimum of predetermined within the limits to which said power converter is restricted by said limit means including a switching element Since it is set as a frequency which makes an inphase phase relation between the electrical potential difference of the point nearest to the switching element, and a current on wiring which connects said switching element and said excitation coil The improvement in reservation of prevention of actuation in the phase leading condition of a power converter, safety, and endurance, horsepower output actuation in the inphase condition by the power converter, and the startability of an electrodeless discharge LGT and increase of an optical output are attained.

[0117] The electrodeless discharge LGT lighting device of invention according to claim 10 The electrodeless discharge LGT which comes to enclose discharge gas with the container of translucency, and the DC power supply which output direct current power, The power converter which changes the direct current power from said DC

power supply into high-frequency power according to a control signal, The excitation coil which makes RF electromagnetic field act on said electrodeless discharge LGT in response to the high-frequency power changed by this power converter, The capacitive component connected to this excitation coil, a serial, or juxtaposition, and the oscillator which outputs an oscillation signal as said control signal, An output detection means to detect the output of said power converter, and a frequency control means to control the frequency of the oscillation signal of said oscillator so that the output detected by this output detection means turns into a predetermined setting output, It has a limit means to restrict the change width of face of the frequency controlled by this frequency control means to predetermined within the limits. Said limit means While restricting the change width of face of the frequency controlled by said frequency control means within the limits of $\pm 20\%$ of frequency focusing on the frequency corresponding to a predetermined output frequency It restricts within the limits of a frequency which is before and after lighting of said electrodeless discharge LGT, and is different. Said frequency control means It has a fixed oscillation means to oscillate on a fixed frequency, and a frequency comparison means to compare the frequency by this fixed oscillation means with the frequency of the oscillation signal by said oscillator. Using the difference of these frequencies that are compared by this frequency comparison means and obtained, control the frequency of the oscillation signal of said oscillator and the frequency by said fixed oscillation means Since it is equal to the frequency of the upper limit of predetermined within the limits restricted by said limit means, or a minimum, an electrodeless discharge LGT with frequency characteristics can be operated with a suitable output frequency combining an excitation coil. In fluctuation of the range of fluctuation of the output of a power converter, and the circuit efficiency of a power converter, and the frequency characteristics of a circuit element, it can be compatible now in each condition. Even when the impedance of an excitation coil is changed before and after lighting of an electrodeless discharge LGT and the frequency characteristics of a power converter come to differ, a power converter can be operated on a suitable frequency. Only by performing a judgment lower [the output frequency to an excitation coil] than limit frequency, or high, a frequency can be stopped in limit width of face, and a control circuit can be simplified.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 1st operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 2nd operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 3] It is drawing showing the change width of face of the frequency restricted by the limit section of drawing 2 .

[Drawing 4] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 3rd operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the change width of face of the frequency restricted by the limit section of drawing 4 .

[Drawing 6] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 4th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 7] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 5th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 8] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 6th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 9] It is drawing showing the change width of face of the frequency restricted by the limit section of drawing 8 .

[Drawing 10] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 7th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 11] It is drawing showing the change width of face of the frequency restricted by the limit section of drawing 10 .

[Drawing 12] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 8th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 13] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 9th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 14] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 10th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 15] It is the explanatory view of the frequency of the fixed oscillation section of drawing 14 .

[Drawing 16] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 11th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 17] It is the explanatory view of the output variant part of drawing 16 of operation.

[Drawing 18] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 12th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 19] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 13th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 20] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 14th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 21] It is the explanatory view of the frequency restricted by the limit section of drawing 20 .

[Drawing 22] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 15th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 23] It is the explanatory view of the frequency restricted by the limit section of drawing 22 .

[Drawing 24] It is the block diagram of the electrodeless discharge LGT lighting device of the 16th operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 25] It is the block diagram of the conventional electrodeless discharge LGT lighting device.

[Description of Notations]

1 Electrodeless Discharge LGT

2 DC Power Supply

3 Power Converter

4 Excitation Coil

6 Oscillator

7a Control circuit 7a

71a Output detector

73a Frequency control circuit

731a Limit section

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-332089
(P2003-332089A)

(43) 公開日 平成15年11月21日 (2003. 11. 21)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 5 B 41/24

識別記号

F I
H 0 5 B 41/24

テーマコード* (参考)
M 3 K 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-140217(P2002-140217)

(22) 出願日 平成14年5月15日 (2002. 5. 15)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 山本 正平

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 熊谷 祐二

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

最終頁に続く

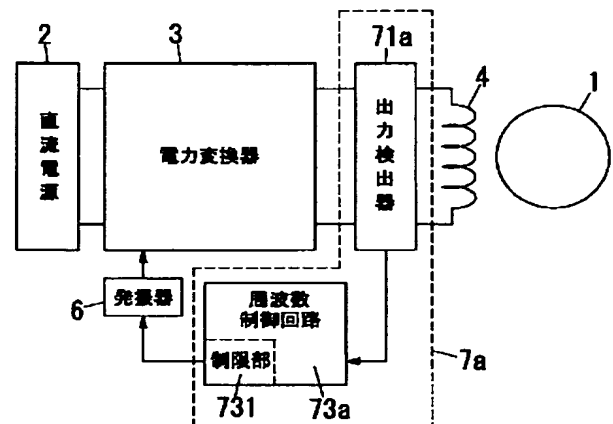
(54) 【発明の名称】 無電極放電灯点灯装置

(57) 【要約】

【課題】 周波数特性を持つ無電極放電灯を、励起コイルと組み合わせて適切な出力周波数で動作させることができる無電極放電灯点灯装置を提供する。

【解決手段】 無電極放電灯1と、直流電源2と、制御信号に従って直流電源2からの直流電力を高周波電力に変換する電力変換器3と、この電力変換器3によって変換された高周波電力を受けて無電極放電灯1に高周波電磁界を作用させる励起コイル4と、発振信号を上記制御信号として出力する発振器6とを備える無電極放電灯点灯装置に対し、制御回路7aを設けた。電力変換器3の出力を検出する出力検出器71aと、検出された出力が所定の設定出力になるように発振器6の発振信号の周波数を制御する周波数制御回路73aとにより制御回路7aを構成し、周波数制御回路73aによって制御される周波数の変化幅を所定範囲内に制限する制限部731aを設けた。

- 1 無電極放電灯
- 2 直流電源
- 3 電力変換器
- 4 励起コイル
- 6 発振器
- 7a 制御回路7a
- 71a 出力検出器
- 73a 周波数制御回路
- 731a 制限部



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性の容器に放電ガスを封入してなる無電極放電灯と、直流電力を出力する直流電源と、制御信号に従って前記直流電源からの直流電力を高周波電力に変換する電力変換器と、この電力変換器によって変換された高周波電力を受けて前記無電極放電灯に高周波電磁界を作用させる励起コイルと、この励起コイルと直列または並列に接続される容量性素子と、発振信号を前記制御信号として出力する発振器と、前記電力変換器の出力を検出する出力検出手段と、この出力検出手段によって検出された出力が所定の設定出力になるように前記発振器の発振信号の周波数を制御する周波数制御手段と、この周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を所定範囲内に制限する制限手段とを備えることを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

【請求項2】 前記制限手段は、前記周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を、所定の出力周波数に対応する周波数を中心に $\pm 20\%$ の周波数の範囲内に制限することを特徴とする請求項1記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項3】 前記制限手段は、前記無電極放電灯の点灯前後で異なる周波数の範囲内に制限すること、前記制限手段は、前記無電極放電灯が点灯した旨の検出結果または計時手段による計時結果を受けて、前記無電極放電灯の点灯後に動作すること、前記制限手段は、前記無電極放電灯が点灯した旨の検出結果または計時手段による計時結果を受けた点灯後に動作を停止し、その結果を受けるまで動作すること、前記制限手段は、前記発振信号の周波数の変化に対して上限周波数のみを制限すること、前記制限手段は、前記発振信号の周波数の変化に対して下限周波数のみを制限することのいずれかであることを特徴とする請求項1または2記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項4】 前記周波数制御手段は、前記発振器による発振信号もしくは前記電力変換器の出力の周波数を検出する手段を有すること、または前記周波数制御手段は、一定の周波数で発振する固定発振手段、およびこの固定発振手段による周波数と前記発振器による発振信号の周波数とを比較する周波数比較手段とを有し、この周波数比較手段により比較されて得られるそれら周波数の差を利用して、前記発振器の発振信号の周波数を制御することを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項5】 前記固定発振手段による周波数は、前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限または下限の周波数と等しいことを特徴とする請求項4記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項6】 前記発振器による発振信号の周波数と前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限または下限の周波数とが等しく、前記電力変換器の出力

が前記設定出力と異なる場合、前記電力変換器の出力を前記設定出力に一致させる出力可変手段を備えることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項7】 前記出力可変手段は、前記直流電源から出力される直流電圧を変動すること、または前記出力可変手段は、前記発振器による発振信号のデューティを変動することを特徴とする請求項6記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項8】 前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限は $150 \sim 200 \text{ kHz}$ の間の周波数であることを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項9】 前記電力変換器はスイッチング素子を含み、前記制限手段によって制限される所定範囲内における下限は、前記スイッチング素子と前記励起コイルとを接続する配線上においてそのスイッチング素子に最も近い点の電圧と電流との位相関係を同相にするような周波数に設定されていることを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項10】 透光性の容器に放電ガスを封入してなる無電極放電灯と、直流電力を出力する直流電源と、制御信号に従って前記直流電源からの直流電力を高周波電力に変換する電力変換器と、この電力変換器によって変換された高周波電力を受けて前記無電極放電灯に高周波電磁界を作用させる励起コイルと、この励起コイルと直列または並列に接続される容量性素子と、発振信号を前記制御信号として出力する発振器と、前記電力変換器の出力を検出する出力検出手段と、この出力検出手段によって検出された出力が所定の設定出力になるように前記発振器の発振信号の周波数を制御する周波数制御手段と、この周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を所定範囲内に制限する制限手段とを備え、前記制限手段は、前記周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を、所定の出力周波数に対応する周波数を中心に $\pm 20\%$ の周波数の範囲内に制限するとともに、前記無電極放電灯の点灯前後で異なる周波数の範囲内に制限し、前記周波数制御手段は、一定の周波数で発振する固定発振手段、およびこの固定発振手段による周波数と前記発振器による発振信号の周波数とを比較する周波数比較手段とを有し、この周波数比較手段により比較されて得られるそれら周波数の差を利用して、前記発振器の発振信号の周波数を制御し、前記固定発振手段による周波数は、前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限または下限の周波数と等しいことを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電力変換器によって直流電力を高周波電力に変換して励起コイルに供給

し、この励起コイルから高周波電磁界を無電極放電灯に作用させることでこれを点灯する無電極放電灯点灯装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の無電極放電灯点灯装置は、無電極放電灯の内部に電極が存在しないために全体として長寿命であるという大きな特徴を持つことから、様々な分野に幅広く展開されていくことが期待されている。

【0003】図25に従来の無電極放電灯点灯装置（例えば特開平6-76971号公報など）の構成図を示す。

【0004】図25において、無電極放電灯点灯装置は、透光性の容器に放電ガスを封入してなる無電極放電灯1と、商用電源ACからの交流電圧を例えば75Vの直流電圧に変換して出力する直流電源2と、制御信号に従って直流電源2からの直流電力を高周波電力に変換する電力変換器3と、この電力変換器3によって変換された高周波電力を受けて無電極放電灯1に高周波電磁界を作用させる励起コイル4と、この励起コイル4と電力変換器3の出力との間に介設され励起コイル4に対して直列および並列に接続される2つのコンデンサ（容量性素子）によりなる整合回路5と、発振信号を上記制御信号として出力する発振器6と、この発振器6による発振信号の発振周波数を制御する制御回路7とにより構成されている。

【0005】無電極放電灯1は、例えば石英ガラスまたは多結晶アルミナなどの球状または筒状の耐熱透光性容器で形成され、その内部には、発光媒体が気密に封入されている。例えば可視光を放射するように、発光媒体としてよう化ナトリウムと、塩化セリウムとが同重量比で封入され、また、バッファガスとして約500torrの分圧のキセノンが封入される。

【0006】電力変換器3は、直流電源2の出力に接続されインダクタおよびキャパシタ等よりなるノイズフィルタ30と、このノイズフィルタ30を介して直流電源2の出力間に直列に接続される一対のスイッチング素子（MOS型FET）Q1、Q2と、発振器6からの制御信号を入力して互いに逆相で出力するトランスT1、T2と、これらのトランスT1、T2から出力される制御信号に従ってスイッチング素子Q1、Q2をそれぞれスイッチング制御する負バイアス回路31、32とにより構成されている。

【0007】励起コイル4は、例えばアルミニウムなどの良導電性金属を2～3ターン巻き回してコイル状に形成したものであり、無電極放電灯1を取り巻くように配設される。

【0008】発振器6は、例えば13.2～13.8MHzで発振周波数が連続的に変化する電圧制御形の発振器である。

【0009】制御回路7は、上記制御信号による電力変

換器3の入力電圧を検出する入力電圧検出器70と、電力変換器3の出力電流を検出する出力電流検出器71と、入力電圧検出器70によって検出された入力電圧と出力電流検出器71によって検出された出力電流との位相差を検出する位相差検出器72と、この位相差検出器72によって検出された位相差に応じて発振器6に供給する電圧値を変化させることで、発振器6による発振信号の周波数を制御する周波数制御回路73とにより構成されている。

【0010】入力電圧検出器70は、トランスT1、T2の1次巻線に1次巻線が直列に接続されるトランスT3と、このトランスT3の2次巻線に直列に接続される抵抗R70とにより構成され、この抵抗R70の両端電圧を電力変換器3の入力電圧として検出するようになっている。出力電流検出器71は、スイッチング素子Q1、Q2の接続点に1次巻線が直列に介設される電流トランスによりなり、この電流トランスの2次巻線から、検出した電力変換器3の出力電流を取り出すようになっている。

【0011】上記構成の無電極放電灯点灯装置では、図示しないスイッチが閉成されて電源が投入されると、発振器6から例えば13.5MHzの制御信号が出力され、トランスT1、T2を通過して互いに逆相となる。この互いに逆相となった制御信号は、それぞれ、負バイアス回路31、32を介してスイッチング素子Q1、Q2の両制御端子（ゲート）に入力する。これにより、スイッチング素子Q1、Q2がスイッチング動作を始め、直流電源2から出力される例えば75Vの直流電圧の直流電力が約300V程度の実効値電圧の高周波電力に変換されて出力されることになる。

【0012】そして、その高周波電力の出力電流が出力電流検出器71によって検出される一方、上記制御信号による電力変換器3の入力電圧が入力電圧検出器70によって検出される。続いて、それらの位相差が位相差検出器72によって検出され、そこから位相差に応じたオン幅の矩形波電圧が出力される。例えば、電圧が電流よりも遅れた位相のときには、オン幅の小さな矩形波電圧が出力され、逆に進んだ位相のときには、オン幅の大きな矩形波電圧が出力される。このような矩形波電圧が周波数制御回路73に入力すると、周波数制御回路73は、矩形波電圧を積分し、位相が遅れているときには、発振器6に印加する電圧を下げて発振周波数を例えば13.2MHzに低下させる一方、位相が進んでいるときには、発振器6に印加する電圧を上げて発振周波数を13.8MHzに上昇させるように制御する。

【0013】このようにして電力変換器3から出力される高周波電力が励起コイル4に供給され、そこから交番電磁界が発生する。これにより、閉電界が無電極放電灯1の内部に発生し、封入された発光媒体を導通する電流が流れて、励起コイル4の内形状に沿ったドーナツ形のア

ーク放電が生起する。

【0014】このような従来の無電極放電灯点灯装置によれば、高周波電力の電圧と電流との位相差を低減するように発振器6の発振周波数が変化する結果、無効電流の発生を低減することができ、無電極放電灯点灯装置の素子が破壊されるのを防止することができる。

【0015】なお、上記従来の無電極放電灯点灯装置では、位相差検出器72に入力される電圧が制御信号による電力変換器3の入力信号になっているが、スイッチング素子Q1、Q2の接続点の電圧を分圧して得た信号を入力する場合がある（特開平6-76971号公報など）。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図25の従来の無電極放電灯点灯装置では、電力変換器の出力電圧を検出せずに、電力変換器に対する入力電圧と出力電流とを検出して、これらの位相差を低減するように発振信号の周波数を制御するため、負荷の状態の変化によって電力変換器から出力される電力に差が生じたとしても、その差を補正することができない。その差を補正できないと、出力される高周波電力が過大となって回路素子が破壊するおそれがあるほか、高周波電力が過小となって無電極放電灯が不点灯ないし立ち消えとなるおそれがある。

【0017】また、特開平6-76971号公報などのように、電力変換器のスイッチング素子の接続点からその出力電圧を検出する仕方でも、負荷の状態によって変化する出力電力を検出するという点で不十分であり、上記と同様の課題がある。

【0018】ところで、負荷に対する出力を直接的に知る方法としては、励起コイルに対する電圧または電流を検出して制御回路にフィードバックする方法が考えられており、この方法では、励起コイルの電圧、電流、電力などがある所定の値になるようにフィードバックすることで、発振信号の周波数を制御することになる。

【0019】しかし、無電極放電灯点灯装置においては、無電極放電灯と励起コイルとがトランス結合の関係にあり、励起コイルによって発生した電磁界により無電極放電灯が点灯する。励起コイルによって発生する電磁界は、同一の電圧・電流であっても出力（動作）周波数が異なると違った強度を持つ。このため、無電極放電灯と励起コイルとの組み合わせにおいて、各種の特性が周波数依存性を持つことになる。この特性は、一般の電極を持つ放電灯のそれとは大きく相違している。例えば、電極を持つ放電灯の始動特性では、電極の予熱時間、およびその後の電極間に印加する電圧値によって始動特性のほとんどが決まり、その特性が出力周波数によって大きく異なるということはない。

【0020】一方、無電極放電灯の特性は、無電極放電灯と組み合わせられた励起コイルの発生する電磁界によっ

て決まる。励起コイルの発生する電磁界は、電圧・電流はもちろんであるが、出力周波数によって大きく異なるようになる。このため、無電極放電灯点灯装置において、検出した電圧・電流のレベルを同一に保つような制御を行っても、印加させる電磁界の強度が異なるため、無電極放電灯の状態が出力周波数によって大きく異なることになる。

【0021】例えば、無電極放電灯の始動特性は出力周波数に依存するが、電圧・電流などを制御するために出力周波数を変化させると、無電極放電灯にとって特性の悪化する周波数領域に入ることになりかねない。一般に、無電極放電灯を低い出力周波数で点灯すると、励起コイルに流れる電流が増加してコイルでの損失（銅損）が増加する。励起コイルに磁性体を使用した場合には、磁性体内の磁束密度が上昇して鉄損が増加する。これらのことにより、無電極放電灯を低い出力周波数で点灯した場合には、励起コイルに供給する電力に対する電磁界の出力効率（励起コイル効率）が低下したり、損失が増加し、放熱が困難となる。一方、無電極放電灯を高い出力周波数で点灯すると、無電極放電灯点灯装置によって発生する雑音に対する対策が困難になる。

【0022】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、周波数特性を持つ無電極放電灯を、励起コイルと組み合わせて適切な出力周波数で動作させることができる無電極放電灯点灯装置を提供することを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための請求項1記載の発明の無電極放電灯点灯装置は、透光性の容器に放電ガスを封入してなる無電極放電灯と、直流電力を出力する直流電源と、制御信号に従って前記直流電源からの直流電力を高周波電力に変換する電力変換器と、この電力変換器によって変換された高周波電力を受けて前記無電極放電灯に高周波電磁界を作用させる励起コイルと、この励起コイルと直列または並列に接続される容量性素子と、発振信号を前記制御信号として出力する発振器と、前記電力変換器の出力を検出する出力検出手段と、この出力検出手段によって検出された出力が所定の設定出力になるように前記発振器の発振信号の周波数を制御する周波数制御手段と、この周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を所定範囲内に制限する制限手段とを備えることを特徴とする。

【0024】請求項2記載の発明は、請求項1記載の無電極放電灯点灯装置において、前記制限手段は、前記周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を、所定の出力周波数に対応する周波数を中心に $\pm 20\%$ の周波数の範囲内に制限することを特徴とする。

【0025】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の無電極放電灯点灯装置において、前記制限手段は、前記無電極放電灯の点灯前後で異なる周波数の範囲

内に制限すること、前記制限手段は、前記無電極放電灯が点灯した旨の検出結果または計時手段による計時結果を受けて、前記無電極放電灯の点灯後に動作すること、前記制限手段は、前記無電極放電灯が点灯した旨の検出結果または計時手段による計時結果を受けた点灯後に動作を停止し、その結果を受けるまで動作すること、前記制限手段は、前記発振信号の周波数の変化に対して上限周波数のみを制限すること、前記制限手段は、前記発振信号の周波数の変化に対して下限周波数のみを制限することのいずれかであることを特徴とする。

【0026】請求項4記載の発明は、請求項1から3のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置において、前記周波数制御手段は、前記発振器による発振信号もしくは前記電力変換器の出力の周波数を検出する手段を有すること、または前記周波数制御手段は、一定の周波数で発振する固定発振手段、およびこの固定発振手段による周波数と前記発振器による発振信号の周波数とを比較する周波数比較手段とを有し、この周波数比較手段により比較されて得られるそれら周波数の差を利用して、前記発振器の発振信号の周波数を制御することの特徴とする。

【0027】請求項5記載の発明は、請求項4記載の無電極放電灯点灯装置において、前記固定発振手段による周波数は、前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限または下限の周波数と等しいことを特徴とする。

【0028】請求項6記載の発明は、請求項1から5のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置において、前記発振器による発振信号の周波数と前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限または下限の周波数とが等しく、前記電力変換器の出力が前記設定出力と異なる場合、前記電力変換器の出力を前記設定出力に一致させる出力可変手段を備えることを特徴とする。

【0029】請求項7記載の発明は、請求項6記載の無電極放電灯点灯装置において、前記出力可変手段は、前記直流電源から出力される直流電圧を変動すること、または前記出力可変手段は、前記発振器による発振信号のデューティを変動することの特徴とする。

【0030】請求項8記載の発明は、請求項1から7のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置において、前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限は150～200kHzの間の周波数であることを特徴とする。

【0031】請求項9記載の発明は、請求項1から8のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置において、前記電力変換器はスイッチング素子を含み、前記制限手段によって制限される所定範囲内における下限は、前記スイッチング素子と前記励起コイルとを接続する配線上においてそのスイッチング素子に最も近い点の電圧と電流との位相関係を同相にするような周波数に設定されていることを特徴とする。

【0032】請求項10記載の発明の無電極放電灯点灯装置は、透光性の容器に放電ガスを封入してなる無電極放電灯と、直流電力を出力する直流電源と、制御信号に従って前記直流電源からの直流電力を高周波電力に変換する電力変換器と、この電力変換器によって変換された高周波電力を受けて前記無電極放電灯に高周波電磁界を作用させる励起コイルと、この励起コイルと直列または並列に接続される容量性素子と、発振信号を前記制御信号として出力する発振器と、前記電力変換器の出力を検出する出力検出手段と、この出力検出手段によって検出された出力が所定の設定出力になるように前記発振器の発振信号の周波数を制御する周波数制御手段と、この周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を所定範囲内に制限する制限手段とを備え、前記制限手段は、前記周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を、所定の出力周波数に対応する周波数を中心に±20%の周波数の範囲内に制限するとともに、前記無電極放電灯の点灯前後で異なる周波数の範囲内に制限し、前記周波数制御手段は、一定の周波数で発振する固定発振手段、およびこの固定発振手段による周波数と前記発振器による発振信号の周波数とを比較する周波数比較手段とを有し、この周波数比較手段により比較されて得られるそれら周波数の差を利用して、前記発振器の発振信号の周波数を制御し、前記固定発振手段による周波数は、前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限または下限の周波数と等しいことを特徴とする。

【0033】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)図1は本発明に係る第1実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図であり、この図を参照しながら第1実施形態について説明する。

【0034】第1実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図1に示すように、透光性の容器に放電ガスを封入してなる無電極放電灯1と、直流電力を出力する直流電源2と、制御信号に従って直流電源2からの直流電力を高周波電力に変換する電力変換器3と、無電極放電灯1の近傍に巻回され、電力変換器3によって変換された高周波電力を受けて無電極放電灯1に高周波電磁界を作用させる励起コイル4と、可変周波数(発振周波数)の発振信号を上記制御信号として出力する発振器6とを図25で説明した従来の無電極放電灯点灯装置と同様に備え、この従来の無電極放電灯点灯装置とは相違する制御回路7aが組み込まれて構成されている。

【0035】ただし、図1では、励起コイル4に対して直列に接続される容量性素子または並列に接続される容量性素子の図示を省略してあり、また以下の他の実施形態でも同様である。図25の整合回路5は、コンデンサにより構成されているが、インダクタのみで構成される場合もある。第1実施形態および他の実施形態では、励起コイル4に対して上記の図示しない容量性素子が直列

ないし並列に接続される。

【0036】制御回路7aは、電力変換器3の出力を検出する出力検出器71aと、この出力検出器71aによって検出された出力が所定の設定出力になるように発振器6の発振信号の周波数を制御する（必要時に変化させる）周波数制御回路73aとにより構成され、出力検出器71aによって、電力変換器3の出力（励起コイル4に対する電圧または電流）を検出してこれを周波数制御回路73aにフィードバックし、このフィードバックされた出力が所定の設定出力になるように周波数制御回路73aが発振器6の発振信号の周波数を制御することにより、励起コイル4の電圧、電流、電力などを上記所定の設定出力に対応したある値になるようにする。

【0037】そして、第1実施形態では、無電極放電灯1および励起コイル4に対する出力周波数を所定の周波数変動幅に抑えるべく、周波数制御回路73aによって制御される周波数の変化幅を所定範囲内に制限する制限部731がその周波数制御回路73a内に設けられている。

【0038】上記構成の無電極放電灯点灯装置では、動作中、出力検出器71aによって電力変換器3の出力（電圧または電流）が検出され、周波数制御回路73aにフィードバックされる。この後、周波数制御回路73aによって、出力検出器71aからフィードバックされた出力が所定の設定出力になるように、発振器6の発振信号の周波数が制御される。このとき、発振信号の周波数の変化幅が所定範囲内に収まるように周波数制御される。

【0039】このように、発振信号の周波数の変化幅を所定範囲内に制限することにより、周波数特性を持つ無電極放電灯を、励起コイルと組み合わせて適切な出力周波数で動作させることができる。換言すると、効率が低下したり、ノイズ対策が困難になるような発振周波数で動作するのを防止することができる。

【0040】（第2実施形態）図2は本発明に係る第2実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図、図3は図2の制限部によって制限される周波数の変化幅を示す図であり、これらの図を参照しながら第2実施形態について説明する。

【0041】第2実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図2に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを第1実施形態と同様に備え、第1実施形態とは相違する制御回路7bが組み込まれて構成されている。

【0042】制御回路7bは、第1実施形態の制御回路7aとの相違点として、制限部731に代えて、図3に示すように、周波数制御回路73aによって制御される発振信号の周波数の変化幅を、所定の出力周波数に対応する周波数 f を中心に $\pm 20\%$ の周波数の範囲内に制限する制限部731aを含んでいる。なお、図3における

矢印を両端にもつ線の範囲が制限部731aによって制限される周波数の範囲を示す。

【0043】このように、発振信号の周波数の変化幅を制限すると、電力変換器3の出力自体の変動幅が縮小するように懸念されるが、この点は共振を利用することで解決可能である。以下、具体的に説明する。

【0044】無電極放電灯1および励起コイル4の組合せに着目すると、無電極放電灯1の点灯前はプラズマによる抵抗分がないので、励起コイル4のQ値が大きく、出力周波数の変動幅が狭くても、インピーダンスの変動幅が大きく、電力変換器3の出力が大きく変動する。つまり、出力周波数の変動幅を縮小することが許容される。

【0045】一方、無電極放電灯1の点灯後はプラズマによる低抵抗分があるが、励起コイル4のインダクタンス分が残る（一般の放電灯のようにほぼ抵抗とみなせない）ために、点灯前と同様に、出力周波数の変動幅が狭くても、インピーダンスの変動幅が大きく、電力変換器3の出力が大きく変動する。

【0046】これらに加えて、第2実施形態でも、励起コイル4に対して直列または並列に容量性素子が接続されるが、この場合、その容量性素子を含めた共振に対し、近い周波数範囲に出力周波数の変動幅を設定すれば、それらの合成インピーダンスの変動幅を広げることができるので、電力変換器3の出力の変動幅をさらに拡大することができる。

【0047】研究によると、上記の条件を満足するように周波数 f を中心に $\pm 20\%$ の周波数の範囲内に制限したとき、出力の広い変動幅を維持することができることが分かった。また、電力変換器3の回路効率の変動や、その他回路素子の周波数特性が影響のない範囲に収まることを確認することができた。つまり、電力変換器3の出力の変動幅と、電力変換器3の回路効率の変動、および回路素子の周波数特性において、それぞれの条件を両立できるようになった。

【0048】（第3実施形態）図4は本発明に係る第3実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図、図5は図4の制限部によって制限される周波数の変化幅を示す図であり、これらの図を参照しながら第3実施形態について説明する。

【0049】第3実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図4に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7cが組み込まれて構成されている。

【0050】制御回路7cは、第1実施形態との相違点として、周波数制御回路73aによって制御される発振信号の周波数の変化幅を所定範囲内に制限するとともに、無電極放電灯1の点灯前後で異なる周波数の範囲内

に制限する制限部731bを含んでいる。

【0051】図4、図5の例では、点灯前の始動時における周波数の範囲は $f1s \sim f2s$ であり、その境界値を示す制限部731b内の電圧基準値はそれぞれ $E1s$ 、 $E2s$ である。点灯時における周波数の範囲は、 $f1s \sim f2s$ 内の $f1t \sim f2t$ であり、その境界値を示す制限部731b内の電圧基準値はそれぞれ $E1t$ 、 $E2t$ である。

【0052】このように、無電極放電灯1の点灯前後で異なる周波数の範囲内に制限することにより、無電極放電灯1の点灯前後において励起コイル4のインピーダンスが変動し、電力変換器3の周波数特性が異なるようになる場合でも、適切な周波数で電力変換器3を動作させることができる。

【0053】(第4実施形態)図6は本発明に係る第4実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。この図を参照しながら第4実施形態について説明する。

【0054】第4実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図6に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7dが組み込まれて構成されている。

【0055】制御回路7dは、第1実施形態との相違点として、タイマ732と、このタイマ732による計時結果を受けて無電極放電灯1の点灯後に動作し、周波数制御回路73aによって制御される発振信号の周波数の変化幅を所定範囲内に制限する制限部731cとを周波数制御回路73a内に含んでいる。図6では、タイマ732の計時結果を受けてスイッチがオンになることにより制限部731cが動作するようになっている。

【0056】そして、制限部731cが無電極放電灯1の点灯後に動作したとき、発振信号の周波数の変化幅を、励起コイル4の効率が低下するような低い出力周波数になる範囲内に制限すれば、無電極放電灯1の点灯後の連続動作で温度が上昇する状況下でも、励起コイルの放熱を困難にする要因がなくなるとともに、出力周波数の変動による電力変換器3の効率の低下を防ぐことができる。

【0057】なお、タイマに代えて、無電極放電灯の点灯を検出する点灯検出部を設け、この点灯検出部によって無電極放電灯が点灯した旨の検出結果を受けて、制限部が無電極放電灯の点灯後に動作するようにしてもよい。

【0058】(第5実施形態)図7は本発明に係る第5実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図であり、この図を参照しながら第5実施形態について説明する。

【0059】第5実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図7に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各

実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7eが組み込まれて構成されている。

【0060】制御回路7eは、第1実施形態との相違点として、無電極放電灯1の点灯を検出する点灯検出部733と、この点灯検出部733によって無電極放電灯1が点灯した旨の検出結果を受けた点灯後に動作を停止し、その結果を受けるまで動作する制限部731dとを周波数制御回路73a内に含んでいる。図7では、点灯した旨の検出結果を受けてスイッチがオンになることにより制限部731dが動作を停止するようになっている。

【0061】そして、制限部731dが、無電極放電灯1の点灯時と比べ、電力変換器3の効率が低下し、電力変換器3内のスイッチング素子に流れる電流・電圧のストレスが増加するような点灯前の始動時において、特に調整された周波数の変化幅に制限するようにすれば、スイッチング素子の電流・電圧のストレスの悪化する領域で電力変換器3が動作するのを防ぐことができる。

【0062】(第6実施形態)図8は本発明に係る第6実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図、図9は図8の制限部によって制限される周波数の変化幅を示す図であり、これらの図を参照しながら第6実施形態について説明する。

【0063】第6実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図8に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7fが組み込まれて構成されている。

【0064】制御回路7fは、第1実施形態との相違点として、周波数制御回路73aによって制御される発振信号の周波数の変化幅を所定範囲内に制限するとき、図9に示すように、発振信号の周波数の変化に対して上限周波数のみを制限する制限部731eを周波数制御回路73a内に含んでいる。

【0065】このように、発振信号の周波数の変化に対して上限周波数のみを制限することにより、出力周波数が高くなると対策の困難な雑音に対して抑制効果を保ちつつ制御回路の構成を簡易にすることができる。

【0066】(第7実施形態)図10は本発明に係る第7実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図、図11は図10の制限部によって制限される周波数の変化幅を示す図であり、これらの図を参照しながら第7実施形態について説明する。

【0067】第6実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図10に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7gが組み込まれて構

成されている。

【0068】制御回路7gは、第1実施形態との相違点として、周波数制御回路73aによって制御される発振信号の周波数の変化幅を所定範囲内に制限するとき、図11に示すように、発振信号の周波数の変化に対して下限周波数のみを制限する制限部731fを周波数制御回路73a内に含んでいる。

【0069】このように、発振信号の周波数の変化に対して下限周波数のみを制限することにより、励起コイル4の効率を高く保ちつつ制御回路の構成を簡易にすることができる。

【0070】(第8実施形態)図12は本発明に係る第8実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図であり、この図を参照しながら第8実施形態について説明する。

【0071】第8実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図12に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7hが組み込まれて構成されている。

【0072】制御回路7hは、第1実施形態との相違点として、発振器6による発振信号を検出する手段を周波数制御回路73a内にさらに含んでいる。このように、発振器6による発振信号を検出することにより、周波数制御部73aから出力される発振信号の周波数を所定範囲内に正確に収めることができる。

【0073】(第9実施形態)図13は本発明に係る第9実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図であり、この図を参照しながら第9実施形態について説明する。

【0074】第9実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図13に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7iが組み込まれて構成されている。

【0075】制御回路7iは、第1実施形態との相違点として、一定の周波数で発振する固定発振部734と、この固定発振部734による周波数と発振器6による発振信号の周波数とを比較する周波数比較部735と、制限部731hとを周波数制御回路73a内に含んでいる。そして、周波数制御回路73aは、周波数比較部735により比較されて得られる差を利用して、発振器6の発振信号の周波数を制御するようになっている。

【0076】このような構成において、制限部731hによって固定発振部734の周波数を基準に発振信号の周波数を制御するにすれば、発振信号の周波数の変化幅を所定範囲内に正確に収めることができる。

【0077】(第10実施形態)図14は本発明に係る第10実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図、図15は図14の固定発振部の周波数の説明図であり、これ

らの図を参照しながら第10実施形態について説明する。

【0078】第10実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図14に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを第9実施形態と同様に備え、第9実施形態と相違する制御回路7jが組み込まれて構成されている。

【0079】制御回路7jは、第9実施形態との相違点として、図15に示すように、固定発振部734による周波数(f3)が制限部731hによって制限される変化幅における上限の周波数(f4)と等しくなるように設定されている。

【0080】このように、固定発振部734による周波数を制限部731hによって制限される変化幅における上限の周波数と等しくすることで、励起コイル4に対する出力周波数が制限周波数より低いか高いかの判定を行うだけで、周波数を制限幅内に抑えることができ、制御回路を簡略化することができる。

【0081】(第11実施形態)図16は本発明に係る第11実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図、図17は図16の出力可変部の動作説明図であり、これらの図を参照しながら第11実施形態について説明する。

【0082】第11実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図16に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7kが組み込まれて構成されている。

【0083】制御回路7kは、第1実施形態との相違点として、発振器6による発振信号の周波数と制限部731aによって制限される変化幅における上限または下限の周波数とが等しく、電力変換器3の出力が設定出力と異なる場合、電力変換器3の出力を設定出力(図では「設定値」)に一致させる出力可変部736を周波数制御回路73a内にさらに含んでいる。なお、出力可変部736は、例えば発振器6の出力信号の周波数を変化させる以外の方法(後述の実施形態参照)で電力変換器3の出力を設定出力に一致させる。

【0084】これにより、発振信号に対する周波数の制限によって出力を所望の値に設定できないような場合においても、出力可変部736によりさらに出力を変動させることができ、出力の調整幅を広くすることができる。

【0085】(第12実施形態)図18は本発明に係る第12実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図であり、この図を参照しながら第12実施形態について説明する。

【0086】第12実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図18に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを第11実施形態と同様に備え、第11実施形態と相違す

る制御回路7mが組み込まれて構成されている。

【0087】制御回路7mは、第11実施形態との相違点として、直流電源2から出力される直流電圧を変動する（変化させる）ことにより、電力変換器3の出力を設定出力に一致させる出力可変部736aを含んでいる。

【0088】このように、直流電源2から出力される直流電圧を変動する場合、電力変換器3の効率の変動が少なく、また安全な広い動作領域となる。

【0089】（第13実施形態）図19は本発明に係る第13実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図であり、この図を参照しながら第13実施形態について説明する。

【0090】第13実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図19に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを第11実施形態と同様に備え、第11実施形態と相違する制御回路7nが組み込まれて構成されている。

【0091】制御回路7nは、第11実施形態との相違点として、発振器6による発振信号のデューティを変動する（変化させる）ことにより、電力変換器3の出力を設定出力に一致させる出力可変部736bを含んでいる。

【0092】このように、発振器6による発振信号のデューティを変動する場合、制御部731aおよび出力可変部736bを含む周波数制御回路73aの出力が発振器6に対してのみとなり、周波数の変化を含めてデューティを変動することで、簡易な構成で幅広い出力可変範囲を設定することができる。つまり、発振信号に対して周波数制御およびデューティ制御を実行するだけで済むので、簡易な構成で幅広い出力可変範囲を設定することができる。

【0093】（第14実施形態）図20は本発明に係る第14実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図、図21は図20の制限部によって制限される周波数の説明図であり、これらの図を参照しながら第14実施形態について説明する。

【0094】第14実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図20に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7oが組み込まれて構成されている。

【0095】制御回路7oは、第1実施形態との相違点として、発振信号に対する周波数の変化幅における上限を150～200kHzの間の値に制限する制限部731iを含んでいる（図21参照）。

【0096】一般に、電力変換器の効率は周波数が高くなると低下する。電極を持つ放電灯用のインバータなどの動作周波数は20kHz～100kHz程度である。無電極放電灯点灯装置では、励起コイル内の銅損は周波

数が低下すると増大する。励起コイル内の磁性体内の磁束密度も周波数が低下すると上昇し、鉄損の増大を招く。

【0097】研究によると、動作周波数が100kHz～200kHzであれば、励起コイルの発熱量が許容範囲内に収まり、電力変換器に用いる回路素子も一般の照明用途の素子を使用できることが判明した。

【0098】第14実施形態のように、発振信号に対する周波数の変化幅における上限を150～200kHzの間の値に制限することにより、励起コイルの発熱量が許容範囲内に収まり、電力変換器に用いる回路素子も一般の照明用途の素子を使用でき、無電極放電灯点灯装置を安価に製造することができる。

【0099】（第15実施形態）図22は本発明に係る第15実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図、図23は図22の制限部によって制限される周波数の説明図であり、これらの図を参照しながら第15実施形態について説明する。

【0100】第15実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図22に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7pが組み込まれて構成されている。ただし、電力変換器3は、例えば図25の従来構成と同様に、一対のスイッチング素子Q1、Q2を含むものとする。

【0101】制御回路7pは、第1実施形態との相違点として、制限するべき発振出力の周波数の変化幅における下限が、スイッチング素子Q1、Q2の出力と励起コイル4とを接続する配線上においてスイッチング素子の出力に最も近い点Aの電圧と電流の関係を同相にする（換言すれば位相差φを0にする）ような周波数に設定されている制限部731jを含んでいる。

【0102】このように、発振出力の周波数の変化幅における下限を設定することにより、電力変換器3の進相状態での動作の防止、安全性および耐久性の確保、電力変換器3による同相状態での最高出力動作、無電極放電灯1の始動性の向上ならびに光出力の増大が可能となる。

【0103】（第16実施形態）図24は本発明に係る第16実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図であり、この図を参照しながら第16実施形態について説明する。

【0104】第16実施形態の無電極放電灯点灯装置は、図24に示すように、無電極放電灯1と、直流電源2と、電力変換器3と、励起コイル4と、発振器6とを上記各実施形態のうち例えば第1実施形態と同様に備え、第1実施形態と相違する制御回路7qが組み込まれて構成されている。

【0105】制御回路7qは、第1実施形態との相違点

として、一定の周波数で発振する固定発振部734と、この固定発振部734による周波数と発振器6による発振信号の周波数とを比較する周波数比較部735とをさらに含むとともに、制限部731aに代わる制限部731kを含んでいる。

【0106】この制限部731kは、第2実施形態と同様に、周波数制御回路73aによって制御される発振信号の周波数の変化幅を、所定の出力周波数に対応する周波数を中心に $\pm 20\%$ の周波数の範囲内に制限し、第3実施形態と同様に、周波数制御回路73aによって制御される発振信号の周波数の変化幅を無電極放電灯1の点灯前後で異なる周波数の範囲内に制限する。また、周波数制御回路73aは、周波数比較部735により比較されて得られる差を利用して、発振器6の発振信号の周波数を制御する。そして、固定発振部734による周波数は、制限部731kによって制限される変化幅における上限または下限の周波数と等しくなるように設定されている。

【0107】このように構成することにより、電力変換器3の出力の変動幅と、電力変換器3の回路効率の変動、および回路素子の周波数特性において、それぞれの条件を両立できるようになる。無電極放電灯1の点灯前後において励起コイル4のインピーダンスが変動し、電力変換器3の周波数特性が異なるようになる場合でも、適切な周波数で電力変換器3を動作させることができる。励起コイル4に対する出力周波数が制限周波数より低い高いかの判定を行うだけで、周波数を制限幅内に抑えることができ、制御回路を簡略化することができる。

【0108】

【発明の効果】以上のことから明らかなように、請求項1記載の発明は、透光性の容器に放電ガスを封入してなる無電極放電灯と、直流電力を出力する直流電源と、制御信号に従って前記直流電源からの直流電力を高周波電力に変換する電力変換器と、この電力変換器によって変換された高周波電力を受けて前記無電極放電灯に高周波電磁界を作用させる励起コイルと、この励起コイルと直列または並列に接続される容量性素子と、発振信号を前記制御信号として出力する発振器と、前記電力変換器の出力を検出する出力検出手段と、この出力検出手段によって検出された出力が所定の設定出力になるように前記発振器の発振信号の周波数を制御する周波数制御手段と、この周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を所定範囲内に制限する制限手段とを備えるので、発振信号の周波数の変化幅を所定範囲内に制限することにより、周波数特性を持つ無電極放電灯を、励起コイルと組み合わせて適切な出力周波数で動作させることができる。

【0109】請求項2記載の発明は、請求項1記載の無電極放電灯点灯装置において、前記制限手段は、前記周

波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を、所定の出力周波数に対応する周波数を中心に $\pm 20\%$ の周波数の範囲内に制限するので、出力の広い変動幅を維持することが可能になる。

【0110】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の無電極放電灯点灯装置において、前記制限手段は、前記無電極放電灯の点灯前後で異なる周波数の範囲内に制限すること、前記制限手段は、前記無電極放電灯が点灯した旨の検出結果または計時手段による計時結果を受けて、前記無電極放電灯の点灯後に動作すること、前記制限手段は、前記無電極放電灯が点灯した旨の検出結果または計時手段による計時結果を受けた点灯後に動作を停止し、その結果を受けるまで動作すること、前記制限手段は、前記発振信号の周波数の変化に対して上限周波数のみを制限すること、前記制限手段は、前記発振信号の周波数の変化に対して下限周波数のみを制限することのいずれかであるので、無電極放電灯の点灯前後で異なる周波数の範囲内に制限することにより、無電極放電灯の点灯前後において励起コイルのインピーダンスが変動し、電力変換器の周波数特性が異なるようになる場合でも、適切な周波数で電力変換器を動作させることができる。制限手段が無電極放電灯の点灯後に動作することにより、例えば、発振信号の周波数の変化幅を、励起コイルの効率が低下するような低い出力周波数になる範囲内に制限すれば、無電極放電灯の点灯後の連続動作で温度が上昇する状況下でも、励起コイルの放熱を困難にする要因がなくなるとともに、出力周波数の変動による電力変換器の効率の低下を防ぐことができる。制限手段が点灯後に動作を停止しそれまで動作することにより、例えば、無電極放電灯の点灯時と比べ、電力変換器の効率が低下し、電力変換器内のスイッチング素子に流れる電流・電圧のストレスが増加するような点灯前の始動時において、特に調整された周波数の変化幅に制限するようにすれば、スイッチング素子の電流・電圧のストレスの悪化する領域で電力変換器が動作するのを防ぐことができる。制限手段が発振信号の周波数の変化に対して上限周波数のみを制限することにより、出力周波数が高くなると対策の困難な雑音に対して抑制効果を保ちつつ周波数制御手段などの構成を簡易にすることができる。制限手段が発振信号の周波数の変化に対して下限周波数のみを制限することにより、励起コイルの効率を高く保ちつつ周波数制御手段などの構成を簡易にすることができる。

【0111】請求項4記載の発明は、請求項1から3のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置において、前記周波数制御手段は、前記発振器による発振信号もしくは前記電力変換器の出力の周波数を検出する手段を有すること、または前記周波数制御手段は、一定の周波数で発振する固定発振手段、およびこの固定発振手段による周波数と前記発振器による発振信号の周波数とを比較する

周波数比較手段とを有し、この周波数比較手段により比較されて得られるそれら周波数の差を利用して、前記発振器の発振信号の周波数を制御することを特徴とするので、周波数制御手段によって制御される周波数を所定範囲内に正確に収めることができる。

【0112】請求項5記載の発明は、請求項4記載の無電極放電灯点灯装置において、前記固定発振手段による周波数は、前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限または下限の周波数と等しいので、例えば、励起コイルに対する出力周波数が制限周波数より低いか高いかの判定を行うだけで、周波数を制限幅内に抑えることができ、周波数比較手段などを簡略化することができる。

【0113】請求項6記載の発明は、請求項1から5のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置において、前記発振器による発振信号の周波数と前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限または下限の周波数とが等しく、前記電力変換器の出力が前記設定出力と異なる場合、前記電力変換器の出力を前記設定出力に一致させる出力可変手段を備えるので、発振信号に対する周波数の制限によって出力を所望の値に設定できないような場合においても、さらに出力を変動することができ、出力の調整幅を広くすることができる。

【0114】請求項7記載の発明は、請求項6記載の無電極放電灯点灯装置において、前記出力可変手段は、前記直流電源から出力される直流電圧を変動すること、または前記出力可変手段は、前記発振器による発振信号のデューティを変動することを特徴とするので、直流電圧を変動することにより、電力変換器の効率の変動が少なく、また安全な広い動作領域となる。発振信号のデューティを変動することにより、発振信号に対して周波数制御およびデューティ制御を実行するだけですむので、簡易な構成で幅広い出力可変範囲を設定することができる。

【0115】請求項8記載の発明は、請求項1から7のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置において、前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限は150～200kHzの間の周波数であるので、励起コイルの発熱量が許容範囲内に収まり、電力変換器に用いる回路素子も一般の照明用途の素子が使用でき、無電極放電灯点灯装置を安価に製造することができる。

【0116】請求項9記載の発明は、請求項1から8のいずれかに記載の無電極放電灯点灯装置において、前記電力変換器はスイッチング素子を含み、前記制限手段によって制限される所定範囲内における下限は、前記スイッチング素子と前記励起コイルとを接続する配線上においてそのスイッチング素子に最も近い点の電圧と電流との位相関係を同相にするような周波数に設定されているので、電力変換器の進相状態での動作の防止、安全性および耐久性の確保、電力変換器による同相状態での最高

出力動作、無電極放電灯の始動性の向上ならびに光出力の増大が可能となる。

【0117】請求項10記載の発明の無電極放電灯点灯装置は、透光性の容器に放電ガスを封入してなる無電極放電灯と、直流電力を出力する直流電源と、制御信号に従って前記直流電源からの直流電力を高周波電力に変換する電力変換器と、この電力変換器によって変換された高周波電力を受けて前記無電極放電灯に高周波電磁界を作用させる励起コイルと、この励起コイルと直列または並列に接続される容量性素子と、発振信号を前記制御信号として出力する発振器と、前記電力変換器の出力を検出する出力検出手段と、この出力検出手段によって検出された出力が所定の設定出力になるように前記発振器の発振信号の周波数を制御する周波数制御手段と、この周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を所定範囲内に制限する制限手段とを備え、前記制限手段は、前記周波数制御手段によって制御される周波数の変化幅を、所定の出力周波数に対応する周波数を中心に±20%の周波数の範囲内に制限するとともに、前記無電極放電灯の点灯前後で異なる周波数の範囲内に制限し、前記周波数制御手段は、一定の周波数で発振する固定発振手段、およびこの固定発振手段による周波数と前記発振器による発振信号の周波数とを比較する周波数比較手段とを有し、この周波数比較手段により比較されて得られるそれら周波数の差を利用して、前記発振器の発振信号の周波数を制御し、前記固定発振手段による周波数は、前記制限手段によって制限される所定範囲内における上限または下限の周波数と等しいので、周波数特性を持つ無電極放電灯を、励起コイルと組み合わせて適切な出力周波数で動作させることができる。電力変換器の出力の変動幅と、電力変換器の回路効率の変動、および回路素子の周波数特性において、それぞれの条件を両立できるようになる。無電極放電灯の点灯前後において励起コイルのインピーダンスが変動し、電力変換器の周波数特性が異なるようになる場合でも、適切な周波数で電力変換器を動作させることができる。励起コイルに対する出力周波数が制限周波数より低いか高いかの判定を行うだけで、周波数を制限幅内に抑えることができ、制御回路を簡略化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図2】本発明に係る第2実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図3】図2の制限部によって制限される周波数の変化幅を示す図である。

【図4】本発明に係る第3実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図5】図4の制限部によって制限される周波数の変化幅を示す図である。

【図6】本発明に係る第4実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図7】本発明に係る第5実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図8】本発明に係る第6実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図9】図8の制限部によって制限される周波数の変化幅を示す図である。

【図10】本発明に係る第7実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図11】図10の制限部によって制限される周波数の変化幅を示す図である。

【図12】本発明に係る第8実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図13】本発明に係る第9実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図14】本発明に係る第10実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図15】図14の固定発振部の周波数の説明図である。

【図16】本発明に係る第11実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図17】図16の出力可変部の動作説明図である。

【図18】本発明に係る第12実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図19】本発明に係る第13実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図20】本発明に係る第14実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図21】図20の制限部によって制限される周波数の説明図である。

【図22】本発明に係る第15実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【図23】図22の制限部によって制限される周波数の説明図である。

【図24】本発明に係る第16実施形態の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

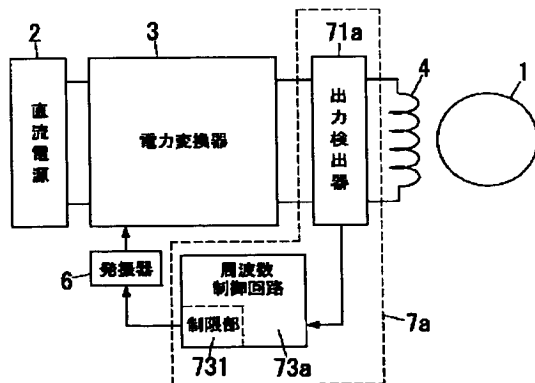
【図25】従来の無電極放電灯点灯装置の構成図である。

【符号の説明】

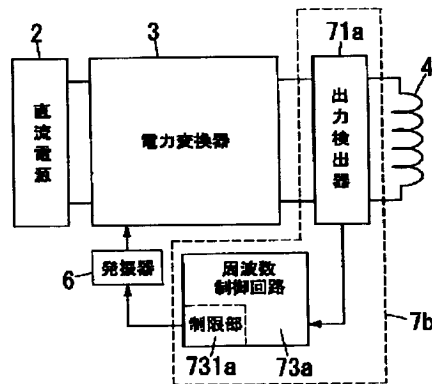
- 1 無電極放電灯
- 2 直流電源
- 3 電力変換器
- 4 励起コイル
- 6 発振器
- 7a 制御回路7a
- 71a 出力検出器
- 73a 周波数制御回路
- 731a 制限部

【図1】

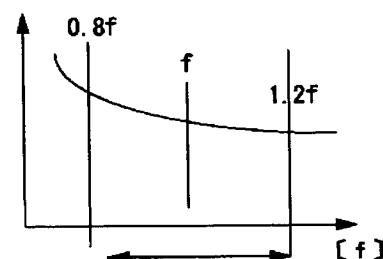
- 1 無電極放電灯
- 2 直流電源
- 3 電力変換器
- 4 励起コイル
- 6 発振器
- 7a 制御回路7a
- 71a 出力検出器
- 73a 周波数制御回路
- 731a 制限部



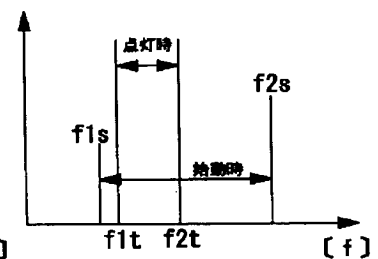
【図2】



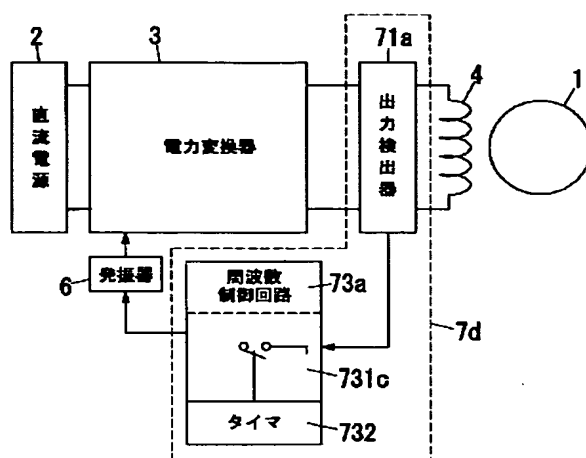
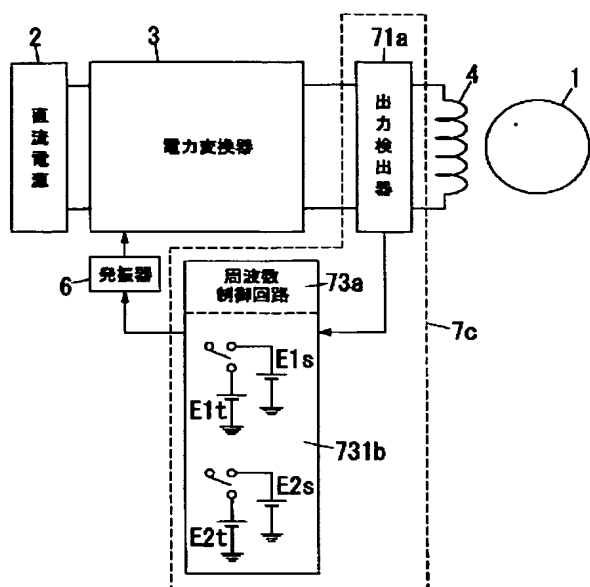
【図3】



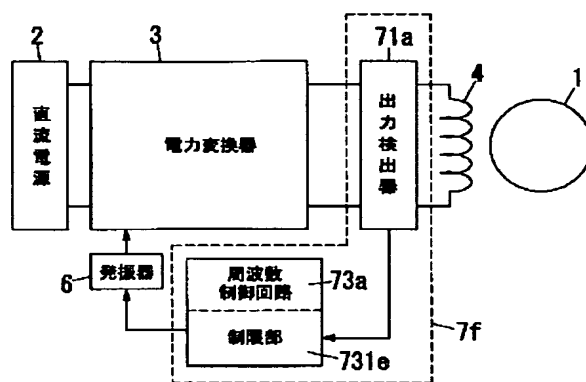
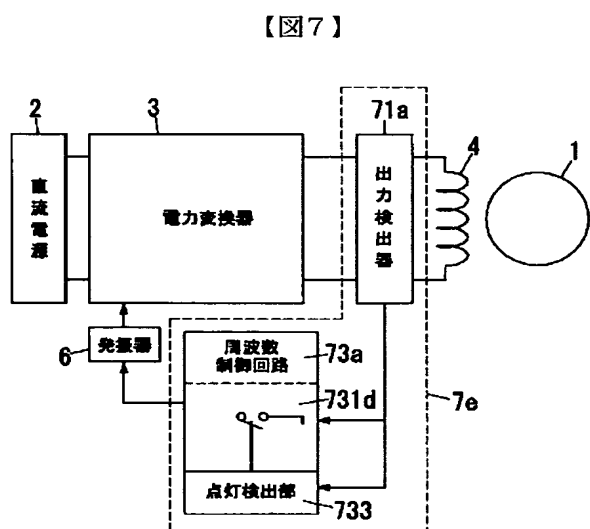
【図5】



【図6】

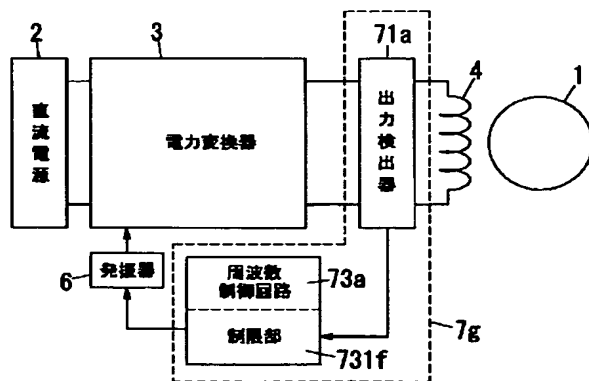
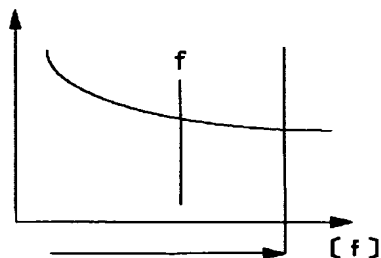


【図8】

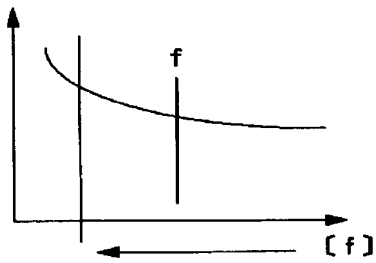


【図9】

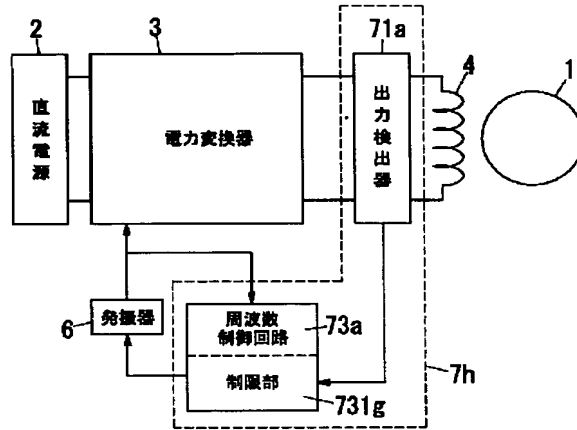
【図10】



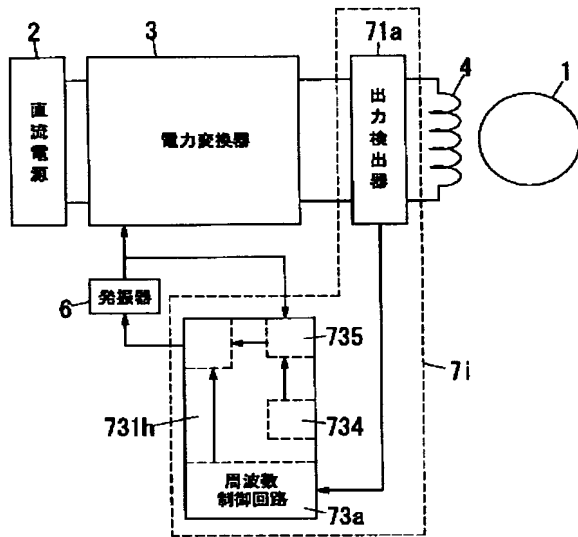
【図11】



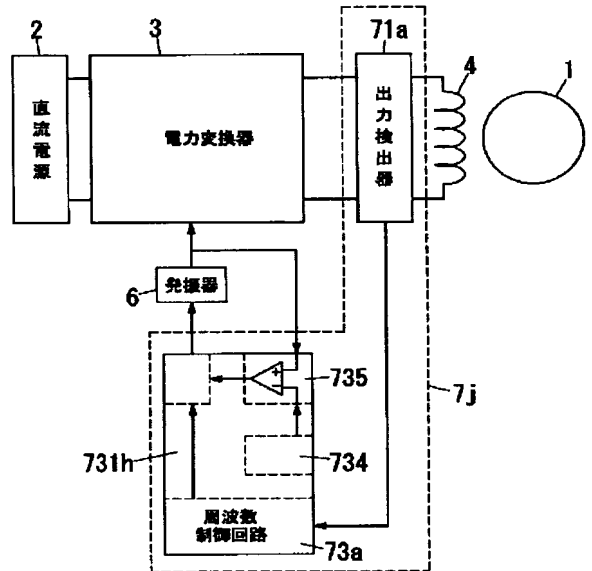
【図12】



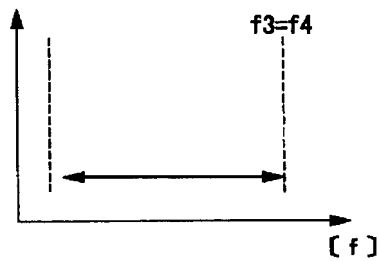
【図13】



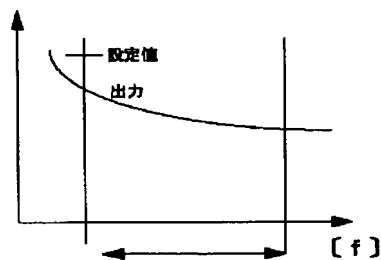
【図14】



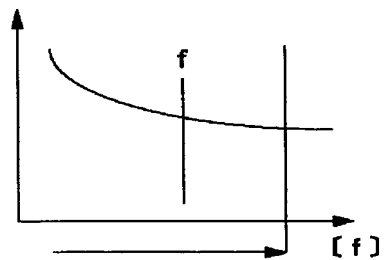
【図15】



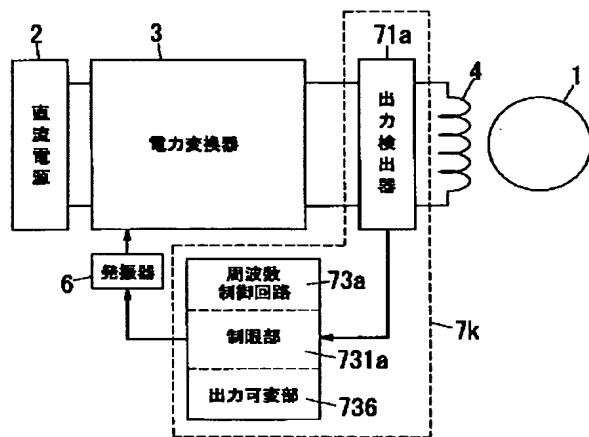
【図17】



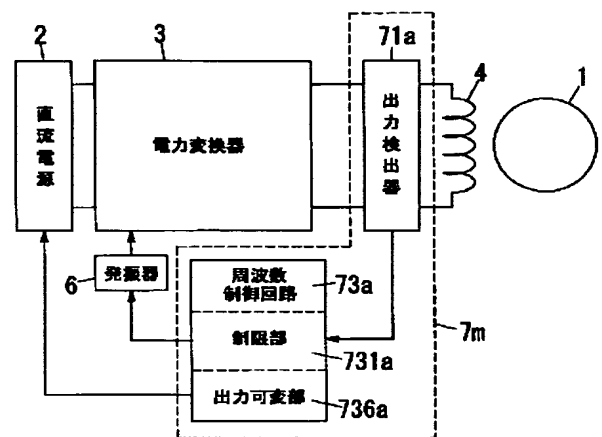
【図21】



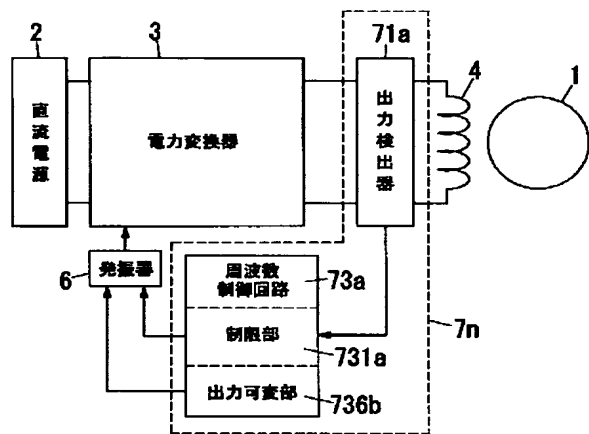
【圖16】



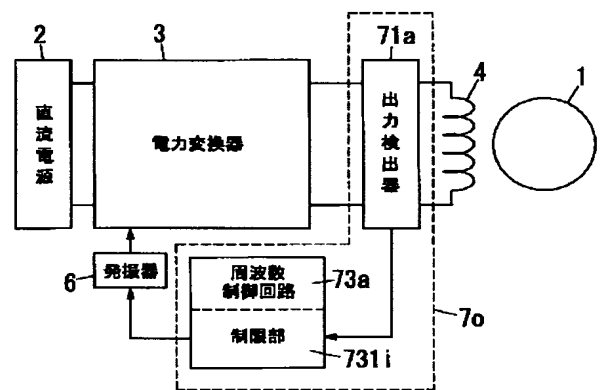
【圖18】



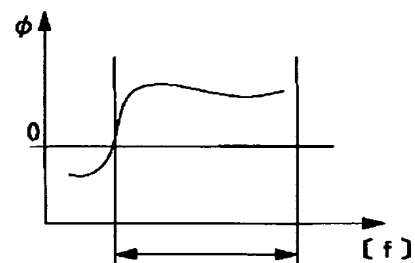
【圖19】



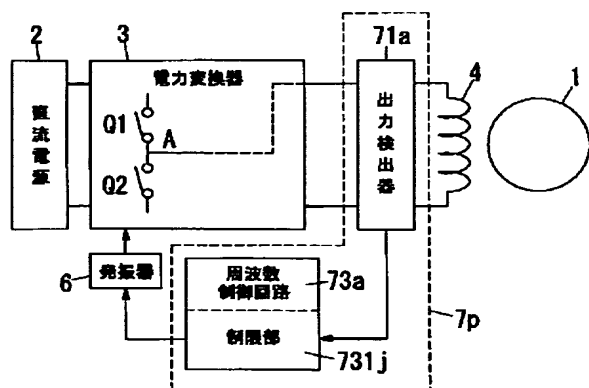
【圖20】



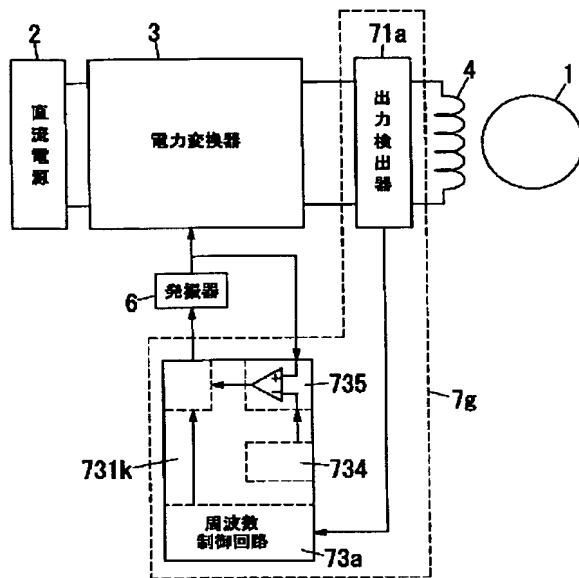
【圖23】



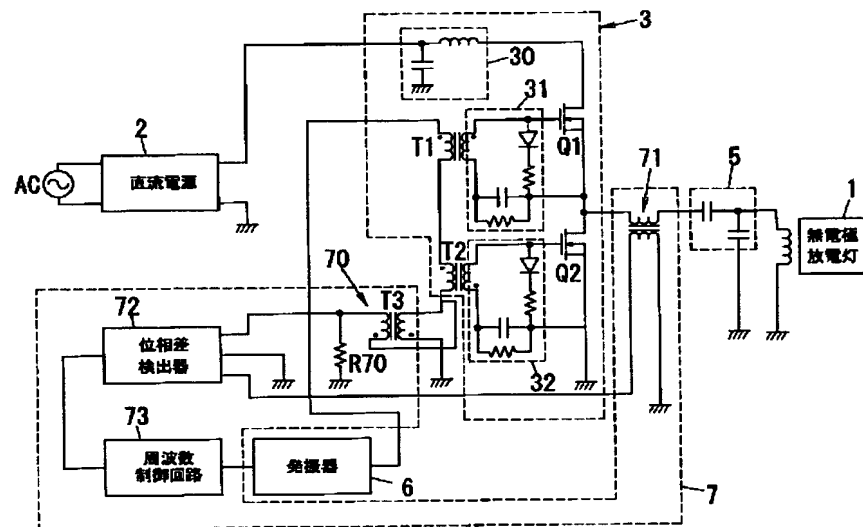
【圖22】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K072 AA16 AC02 AC11 CB02 DD03
DD04 DE02 DE03 DE04 DE06
EA03 FA04 HA05 HA06 HA10